Ein Beitrag zur Kenntnis

der

Polarisation des blanken Platins

bei Wechselstrom.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität zu Tübingen

vorgelegt

von

Ernst Sussmann-Hellborn
aus München.

Tübingen
Druck von H. Laupp jr
1908.

Ein Beitrag zur Kenntnis

der

Polarisation des blanken Platins

bei Wechselstrom.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität zu Tübingen

vorgelegt

von

Ernst Sussmann-Hellborn
aus München.

Tübingen
Druck von H. Laupp jr
1908.

Von der Fakultät angenommen den 12. Februar 1908.

Die Vorarbeiten und experimentellen Untersuchungen zur folgenden Abhandlung sind im Herbst 1903 und in der ersten Hälfte des Jahres 1904 im Elektrotechnischen Institut der Königlichen Technischen Hochschule zu München ausgeführt worden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Konservatoren dieses Institutes, Herrn Prof. G. Ossanna und Herrn Prof. Dr. C. Heinke, an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Im Besonderen danke ich Herrn Prof. G. Ossanna, der mir die Anregung zu dieser Arbeit gegeben hat, wärmstens für gütige Ratschläge und für das mir stets entgegengebrachte Interesse.

I. Litteratur.

Das Verhalten von Voltametern beim Durchgang von Wechselstrom ist der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen.

F. Kohlrausch 1) fand, dass eine Flüssigkeitszelle, von einem Wechselstrome durchflossen, der Sitz einer periodischen E.M.K. ist, die von der Polarisation der Elektroden herrührt. Von der Annahme ausgehend, dass der Momentanwert dieser E.M.K. zu einer bestimmten Zeit der bis zu dieser Zeit durch das Voltameter gegangenen Elektrizitätsmenge proportional sei, definierte er als „Polarisationskapazität" das Verhältnis dieser polarisierenden Elektrizitätsmenge, bezogen auf die Einheit der Elektrodenfläche und der Polarisationsspannung, analog den bei den Kondensatoren bestehenden Verhältnissen. Er begründete damit die noch heute in der Physik übliche Betrachtungsweise.

A. Oberbeck 2) fand, dass die Polarisationskapazität nicht unabhängig von der Stromdichte ist, dass sie vielmehr mit abnehmender Stromdichte kleiner wird, und sich einem konstanten Anfangswerte, der sogenannten „Initialkapazität", nähert.

M. Wien 3) hat an Nickel-, Silber-, Platin- und Quecksilber-Elektroden in konzentrierter Kochsalzlösung, an einigen dieser Metalle auch in verdünnter Kochsalzlösung und in Schwefelsäure, die Werte der Initialkapazitäten für verschiedene Periodenzahlen des Wechselstromes bestimmt. Er wies ferner nach, dass in allen von ihm untersuchten Fällen der Widerstand des Voltameters grösser war, als nach seinen Dimensionen und dem Leitvermögen des Elektrolyts zu erwarten stand. Er führt zur Erklärung dieser Erscheinung, die einen Verbrauch elektrischer Energie im Voltameter anzeigt, die Hypothese ein, dass nicht die ganzen Zersetzungsprodukte in der Polarisation elektrisch wirksam werden, sondern dass ein Teil durch freiwillige Depolarisation für den Vorgang der Polarisation verloren geht.

Widerstandserhöhungen solcher Art waren auch schon von Troyé 4), Lohnstein 5), Streintz 6) beobachtet, aber als Uebergangswiderstände an den Elektroden aufgefasst worden.

Hopkinson, Wilson, Lydall 7) hatten diesen Energieverbrauch ebenfalls beobachtet, und zur Erklärung eine „elektrolytische Hysteresis“ angenommen.

Der Einfluss, den der Zusatz von Salzen des Elektrodenmetalles zum Elektrolyt auf die Polarisationskapazität hat, ist neuerdings von E. Neumann 8) untersucht worden; der Einfluss okkludierter Gase von M. Wien 9) an Palladium, an Platin von Scott 10), Gordon 11) und Schönherr 12).

Warburg 13) hat in einer theoretischen Arbeit das Verhalten der Polarisationskapazität beim Platin auf die Diffusion der an den Elektroden ausgeschiedenen Gase zurückgeführt.

Während die genannten Forscher sich auf die Bestimmung der Initialkapazitäten beschränkten, die ein Arbeiten mit sehr kleinen Stromdichten erfordert, haben andere, den Bedürfnissen der Technik entsprechend, das Verhalten der sogenannten Flüssigkeitskapazitäten im Bereich grösserer Stromdichten untersucht.

Peuckert 14) untersuchte den zeitlichen Verlauf der elektrischen Grössen eines Voltameters durch punktweise Aufnahme der Strom- und Spannungskurven, ohne die Kapazitätswirkung des Voltameters, d. h. die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung nachweisen zu können. V. Dolivo-Dobrovolsky 15) erklärt dieses negative Ergebnis als in Peuckert's Versuchsanordnung begründet, und berichtete von eigenen Versuchen, bei denen er Flüssigkeitskapazitäten mit dem besten Erfolge an Stelle von Kondensatoren anwandte.

Den zeitlichen Verlauf der Polarisationsspannung bei verschiedenen Stromdichten innerhalb des Bereiches von schwacher Polarisation bis zur Elektrolyse während jeder Halbperiode hat Oliveri 16) experimentell, Malagoli 17) theoretisch untersucht.

Einen Versuch, aus der Klemmenspannungskurve eines Voltameters den zeitlichen Verlauf der Polarisationsspannung zu ermitteln, enthält eine Arbeit von Franchetti 18).

Die Elektrolyse mit Wechselströmen behandeln Arbeiten von Ayrton and Perry 19) und Wilson 20).

Litteraturverzeichnis.

1) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. 148. pag. 143. 1873.
2) A. Oberbeck, Pogg. Ann. Neue Folge. 19. pag. 625. 1883.
3) M. Wien, Pogg. Ann. Neue Folge. 58. pag. 37. 1896.
4) Troyé, Inaugural-Dissertation. Königsberg 1889.
5) Lohnstein, Wied. Ann. 47. pag. 299. 1892.
6) Streintz, Wiener Berichte. 104. Juli 1895.
7) Hopkinson, Wilson and Lydall, Proc. Roy. Scty. 54. pag. 407. 1894.
8) E. Neumann, Wied. Ann. 67. pag. 499. 1899.
9) M. Wien, Pogg. Ann. Vierte Folge. 8. pag. 372. 1902.
10) A. M. Scott, Wied. Ann. 67. pag. 388. 1899.
11) C. M. Gordon, Wied. Ann. 61. pag. 1. 1897.
12) P. Schönherr, Pogg. Ann. Vierte Folge. 6. pag. 116. 1901.
13) E. Warburg, Pogg. Ann. Vierte Folge. 6. pag. 125. 1901.
14) M. Peuckert, Elektr. Zeitschr. 1895. pag. 345.
15) M. v. Dolivo-Dobrovolsky, Elektr. Zeitschr. 1895. pag. 381.
16) F. Oliveri, Nuovo Cimento. Ser. 4. Tom. 12. 1900.
17) R. Malagoli, Atti dell' Academia Gioenia di Catania. Ser. 4. Tom. 5. 1892.
18) A. Franchetti, Nuovo Cimento. Ser. 5. Tom. 2. 1901.
19) Ayrton and Perry, Lum. électr. 29. pag. 101. 1888.
20) E. Wilson, Electrician. 48. pag. 1025. 1902.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552713_0049

II. Die Aufgabe.

Der Verfasser hat versucht, in der vorliegenden Arbeit eine Ergänzung der Untersuchungen über die Polarisation des blanken Platins dadurch zu liefern, dass er direkt den zeitlichen Verlauf der Strom- und Spannungskurve an einem aus Platinelektroden in verdünnter Schwefelsäure bestehenden Voltameter aufnahm.

Wien, Schönherr, Neumann und andere (l. c.) bestimmten die Werte der Initialkapazitäten in einer Wheatstone'schen Brückenschaltung, deren einer Zweig ausser dem Voltameter eine veränderliche Selbstinduktion enthielt, unter Anwendung eines Vibrationsgalvanometers oder optischen Telephones, das auf die Periodenzahl der Grundwelle des verwendeten Wechselstromes abgestimmt ist. Ist bei dieser Schaltung durch schrittweise Veränderung der Selbstinduktion, des Vergleichswiderstandes und des Brückenverhältnisses die Nulleinstellung des Instrumentes erreicht, so besagt dies, dass für die Grundwelle des verwendeten Wechselstromes, und nur für diese, die Kapazitätswirkung des Voltameters durch die eingeschaltete Selbstinduktion kompensiert ist, und dass für die Ohm'schen Widerstände der Brückenschaltung die bekannte Beziehung besteht.

Wien (3) hat gezeigt, dass ein auf eine höhere Harmonische des verwendeten Wechselstromes abgestimmtes optisches Telephon, das mit dem, auf die Grundwelle abgestimmten, in der Brücke in Serie geschaltet ist, nicht gleichzeitig mit diesem auf Null kommt, sondern dass sowohl eine Veränderung der Selbstinduktion als auch eine Veränderung des Brückenverhältnisses notwendig ist, um es auf Null zu bringen. Die in der Brückenschaltung unter Anwendung eines einzigen abgestimmten Instrumentes gewonnenen Resultate werden also um so weniger zur vollständigen Beschreibung der elektrischen Vorgänge im Voltameter dienen können, je grösser die Amplituden der höheren Harmonischen bei dem Strome sind, der

durch das Voltameter fliesst, und bei der Spannung, die dabei an den Klemmen des Voltameters besteht.

Es erschien also eine Untersuchung der Kurvenform von Strom und Spannung am Voltameter unter Bedingungen wünschenswert, die ein stärkeres Hervortreten der höheren Harmonischen erwarten liessen, also bei grösseren Stromdichten.

Die Untersuchungen des Verfassers erstreckten sich ausschliesslich auf die elektro-physikalische Seite der Vorgänge.

Die verwendete Methode der Kurvenaufnahme mittels Kontaktmachers verlangt einen rotierenden Wechselstromgenerator. Dem Verfasser standen nur Maschinen zur Verfügung, die einen Wechselstrom von einer Periodenzahl zu liefern vermochten, die der in der Technik gebräuchlichen Periodenzahl 50 nahe liegt.

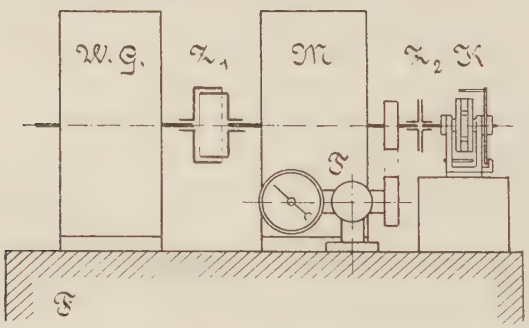
Die Versuche wurden daher auf die Anwendung der Periodenzahl 50 beschränkt.

III. Apparate.

Der Wechselstromgenerator war eine 8-polige Siemensmaschine älterer Konstruktion, mit einem eisenlosen, rotierenden Anker. Als

Fig. 1.

Anordnung des Versuchsaggregates.



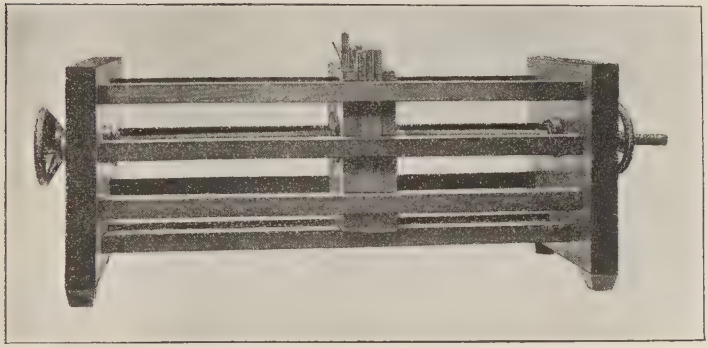
Motor diente eine Schuckert'sche Flachringmaschine. Der Strom zum Betrieb des Motors und zur Erregung des Generators wurde während des wochenlang fortgesetzten Betriebes abwechselnd aus Akkumulatoren oder aus dem städtischen Beleuchtungsnetze, während der Kurvenaufnahmen stets aus einer Akkumulatorenbatterie von grosser Kapazität entnommen. Die für die genaue Kontaktmacheraufnahmen unerlässliche Konstanz der Tourenzahl und der Spannung des Generators wurde hierdurch vollständig erreicht.

Die räumliche Anordnung des Maschinenaggregates und des Kontaktmachers zeigt Fig. 1. Auf dem gemeinsamen Betonfundament F sind Generator WG, Motor M, Tachometer T und Kontaktmacher K montiert. Die beiden Maschinen sind durch eine elastische Kuppelung Z_1 verbunden. Der Kontaktmacher wird gleichfalls durch eine elastische Kuppelung Z_2 von der Welle des Motors angetrieben. Das Tachometer erhält seinen Antrieb durch Riemenübertragung von der Welle des Motors.

Als Elektroden dienten 2 platinierte Kupferplatten von 120×175 mm Fläche, und 5 mm Dicke, auf die Platin in der Stärke von 0,1 mm einseitig aufgewalzt war. (Die Platten wurden von Heräus in Hanau geliefert).

Unter der Lupe zeigte sich der Platinbelag gleichmässig dicht;

Fig. 2 a.



da auch nach monatelangem Betrieb die Platinoberfläche durchaus gleichartiges Aussehen zeigte, so ist als sicher anzunehmen, dass das Platin eine überall gleichmässig auf der Kupferunterlage aufliegende lückenlose Schicht bildete.

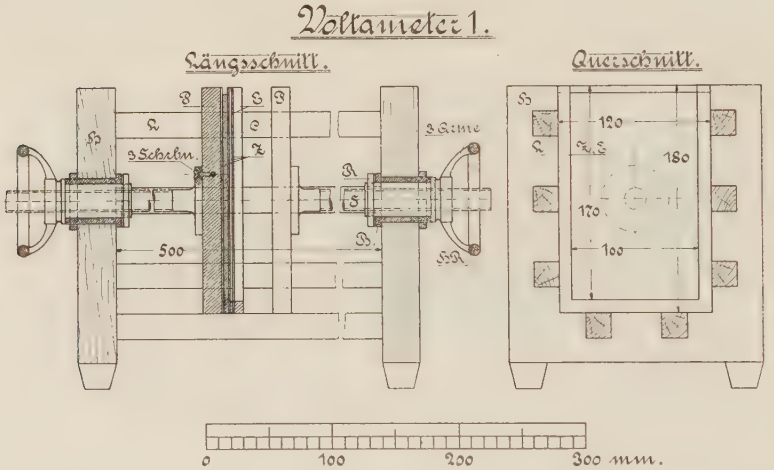
Diese Elektroden waren zuverlässig dauernd eben. Der grosse Querschnitt der Unterlage gewährleistete ausserdem eine gleichmässige Stromverteilung in der Platinoberfläche.

Es wurden 2 Formen von Voltametern mit diesen Elektroden ausgerüstet. Von der ersten giebt die Photographie Fig. 2a ein Bild, Fig. 2b einen Längsschnitt und einen Querschnitt.

2 rechteckige Holzplatten H mit Füssen sind durch 8 Leisten L mit einander verbunden. Die Leisten umschliessen auf 3 Seiten ein Profil von 120×180 mm lichtem Querschnitt. In dieses Profil sind 2 Hartgummiplatten PP von 15 mm Dicke eingepasst; sie

sind an den Endplatten von Schraubenspindeln S angeschraubt, und können durch Drehen der mit Handrädchen HR versehenen Muttern gegen einander und aus einander bewegt werden. Die Muttern drehen sich in Büchsenlagern B, die in die Holzplatten H eingelassen sind. In dasselbe Profil passen die platinierten Kupferplatten. Es war beabsichtigt, das Voltameter in folgender Weise zusammenzubauen: Der einen Hartgummiplatte (in Fig. 2b schraffiert) zunächst, mit der nicht platinierten Seite ihr zugewandt, wird die eine Elektrodenplatte C eingesetzt, hierauf je nach dem gewünschten Elektrodenabstande ein Reihe U-förmiger Einlagen E aus Hartgummi oder Celluloid mit ebenso geformten Zwischenlagen Z aus

Fig. 2b.



Gummi, hierauf die zweite Elektrodenplatte, mit der Platinseite der ersten zugewandt. Zwischen den Platten P und den Elektroden C sollten gleichfalls solche Zwischenlagen eingebracht werden, um beim Zusammenpressen der Platten P den Druck auf den Rand zu verteilen.

Es sollte so ein rechtwinkelig parallelepipedischer Raum zwischen den beiden Platinflächen entstehen, von 100×170 mm lichtem Querschnitt, senkrecht zur Längsaxe des Apparates, in den der Elektrolyt kontinuierlich zirkulierend eingebracht werden sollte.

Diese Form musste aufgegeben werden, weil es nicht möglich war, das zusammengesetzte Gefäss dauernd dicht zu erhalten.

Unter Verzicht auf die Möglichkeit, den Leitungswiderstand rechnerisch zu bestimmen, wurde daher ein zweites Voltameter her-

gestellt, das zu den im Folgenden beschriebenen Versuchen gedient hat. Eine Abbildung dieses Apparates zeigt die Photographie Fig. 3a, Fig. 3b giebt einen Längsschnitt und einen Querschnitt.

Die beschriebenen Elektroden C wurden in 2 Hartgummiplatten

Fig. 3a.

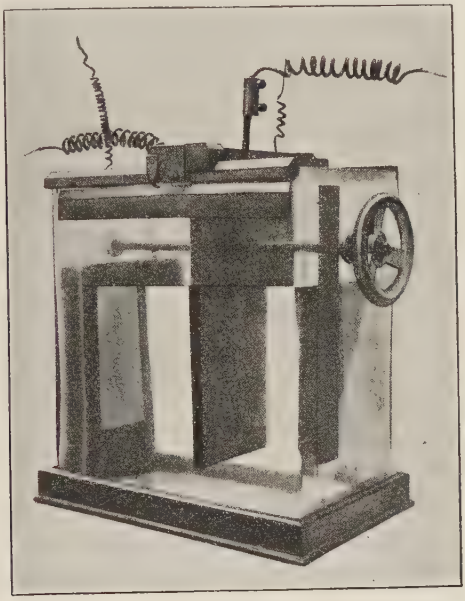
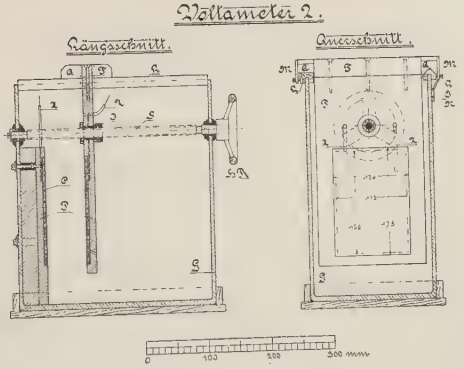


Fig. 3b.



P eingelassen; die dabei verbleibenden Fugen wurden ausgekittet. und mit säurefestem Paraffinlack, auf die Platinfläche etwas übergreifend, so überstrichen, dass eine blanke Platinfläche von 112×166 mm verblieb. Als Voltametergefäss diente ein grosses Akkumulatoren-

glas G. Die eine der beiden Hartgummiplatten P ist an einer Schmalseite des Gefässes mit 3 Schrauben befestigt; der Raum zwischen ihr und der Gefässwand wurde mit Paraffin ausgegossen. Die andere, verstellbare Platte ist mit 3 Schrauben an einer Holztraverse T befestigt, die von 2 Gleitstücken AA aus Holz getragen wird; das eine dieser beiden ist keilförmig ausgeschnitten und gleitet auf einer keilförmigen Führungsleiste L, das andere ist wie seine Führungsleiste eben. Die Verschiebung der beweglichen Platte erfolgt durch eine in der Gefässwand gelagerte Schraubenspindel S, die vermittelst des Handrädchens HR gedreht wird, und durch eine in der Platte feste Mutter O die Verschiebung der Platte bewirkt. An die Gleitstücke AA sind Messingstreifen MM mit Schrauben zur Fixierung der verschiebbaren Elektrode angeschraubt. Das keilförmig ausgeschnittene Gleitstück trägt ferner einen Index I, der sich über einem an der Gefässwand festgekitteten Holzmaasstab N verschiebt und so die Einstellung der Elektrode kontrolliert. Die Zuleitungen ZZ führen durch die Hartgummiplatten an die Rückseite der Elektrodenplatten. An jeder Platte sind 2 Zuleitungen angebracht, deren eine zur Stromzuführung diente, während die andere zu Spannungsmessungen benutzt wurde.

Auch für diesen Apparat war eine Vorrichtung hergestellt, um den Elektrolyt kontinuierlich neu zu ersetzen. Es zeigte sich jedoch, dass auch bei den stärksten Beanspruchungen die Erwärmung minimal war. Die Schwankungen der Säuredichte durch Verdunsten des Lösungswassers konnten durch Nachfüllen von destilliertem Wasser bis auf geringe Beträge leicht ausgeglichen werden.

IV. Messschaltung (Fig. 4).

Im Arbeitsstromkreis des Wechselstromgenerators bildet das Voltameter V, in Serie mit einem, aus Konstantanband hergestellten, induktionsfreien Widerstand R_1 und einem Hitzdrahtampèremeter J_1 den einen Teil einer Parallelschaltung. Den anderen bildet ein induktionsfreier Widerstand R_2, in Serie mit einem Hitzdrahtampèremeter J_2. Ein Hitzdrahtampèremeter J_3 dient zur Messung des in die Parallelschaltung fliessenden Stromes, und ein Regulierwiderstand W_1 zu dessen Veränderung und Einstellung.

Der Widerstand R_1 kann durch den doppelpoligen Umschalter U_1 aus dem Arbeitsstromkreise genommen, und, ohne diesen zu unterbrechen, durch den Drahtbügel D ersetzt werden. Durch den Schalter S_2 kann R_1 sodann zur Aichung der Messanordnung für

Strommessung in den Stromkreis einer Akkumulatorenbatterie B_1 geschaltet werden, der ein Präzisionsampèremeter J_4 und einen Regulierwiderstand W_2 enthält.

Von den Klemmen des Voltameters V führen 2 Leitungen zu einem Kontaktpaar eines zweipoligen Umschalters U_2. An dem

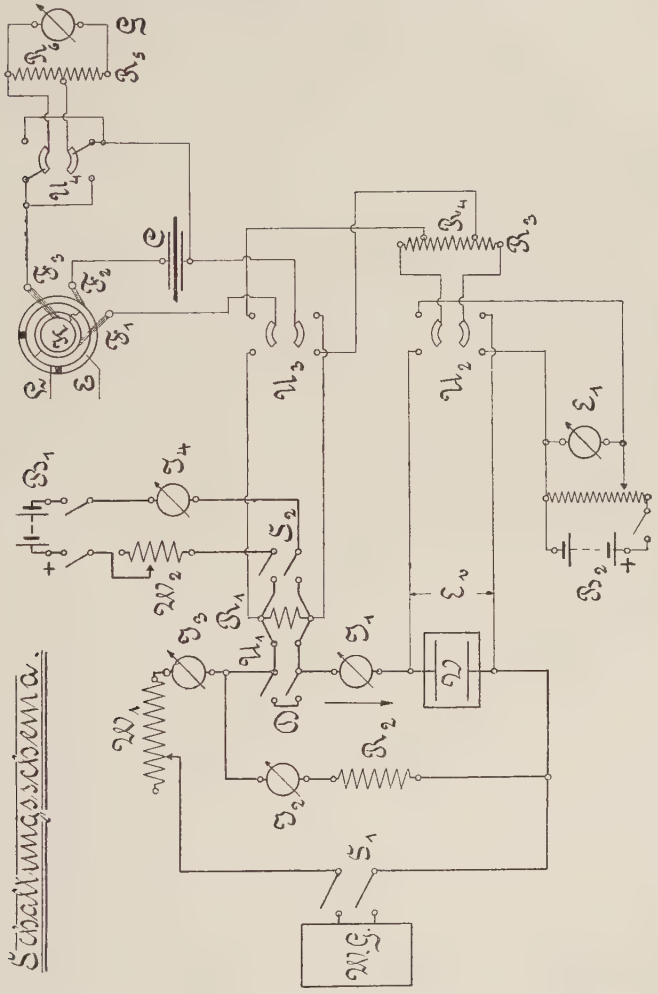


Fig. 4.

anderen Kontaktpaar dieses Umschalters liegt eine Gleichstromspannung, die durch das Präzisionsvoltameter E_1 gemessen und durch Teilung der Spannung der Akkumulatorenbatterie B_2 nach Bedarf verändert werden kann. Von den Schleifstücken dieses Umschalters U_2 führen Leitungen zu den Klemmen eines Widerstandes R_3 und,

von einem Teile R_4 dieses Widerstandes abzweigend, führen 2 Leitungen zu dem einen Kontaktpaare eines zweipoligen Umschalters U_3, an dessen anderes Kontaktpaar 2 Leitungen von den Klemmen des Widerstandes R_1 laufen.

Durch diese Schaltung ist es möglich, an die Schleifstücke des Umschalters U_3, an denen die eigentliche Messvorrichtung liegt, zu führen: Entweder die im Verhältnis $R_4 : R_3$ reduzierte Spannung des Voltameters, und durch Umlegen von U_2 die in demselben Verhältnis reduzierte Aichspannung E_1, — oder die Spannung an den Klemmen des Widerstandes R_1, die dem Strom J_1 im Voltameter und, wenn U_1 umgelegt, und S_2 geschlossen ist, dem Aichstrome J_4 proportional ist.

Die eigentliche Messvorrichtung besteht aus einem Blondel'schen Kontaktmacher K [1]), einem Kondensator C, einem Edelmann'schen Drehspulengalvanometer G, mit Umschlusswiderstand R_5, und einem Umschalter U_4. An dem einen Schleifstück des Umschalters U_3 liegt die eine Klemme des Kondensators und die eine Klemme des Galvanometerumschalters U_4. Die 3 Bürsten F_1, F_2, F_3 des Kontaktmachers sind beziehungsweise mit dem zweiten Schleifstück des Umschalters U_3, mit der zweiten Klemme des Kondensators C, mit der zweiten Klemme des Galvanometerumschalters U_4 verbunden. Durch den umlaufenden Kontaktmacher wird der Kondensator abwechselnd über Bürste F_1, Ladekontakt L, Bürste F_2 durch die jeweils am Umschalter U_3 liegende Spannung geladen, und über Bürste F_2, Entladekontakt E, Bürste F_3 durch das Galvanometer entladen.

Das Galvanometer ist durch einen Umschlusswiderstand R_5 geschlossen, der es nahezu aperiodisch macht. Die Zuleitungen vom Umschalter U_4 sind an einen, nach Bedarf zu verändernden Teil R_6 dieses Widerstandes geführt. Der Umschalter U_4 dient dazu, das Galvanometer zur Kontrolle von Nullpunktsverlegungen während des Versuches abzuschalten, und bei der Aichung den Galvanometerstrom zu kommutieren.

Zur Sicherung der Isolation sind alle Leitungen und Schalter auf Porzellanrollen montiert.

1) Lum. électr. t. 41. p. 401. 1891. Elektrot. Zeitschr. 1896. p. 462. (Von dem an dieser Stelle beschriebenen Kontaktmacher unterscheidet sich der benutzte Apparat in konstruktiven Einzelheiten, insbesondere dadurch, dass der Ladekontakt L etwa $^1/_5$, der Entladekontakt E etwa $^4/_5$ des ganzen Kreisumfanges einnimmt. Vergl. auch Fig. 5.)

Die Verbindungen sind so gelegt, dass bei der eingezeichneten Stellung des Umschalters U_4 ein Ausschlag des Galvanometers nach der rechten Seite der Skala, der im folgenden als positiv bezeichnet wird, durch einen Strom J_1 hervorgebracht wird, welcher in Richtung des eingezeichneten Pfeiles fliesst, — oder durch eine Spannung am Voltameter, die in derselben Richtung wirkt. Die Richtung des Pfeiles gilt als positive Richtung des Stromes J_1 und der Spannung E_V.

Daten der Messanordnung.

Das verwendete Galvanometer hat eine Schwingsdauer (der ungedämpften Vollschwingung) von 7,4 Sek., und einen Widerstand von 222,4 Ohm bei 17° C. Die Konstante, bezogen auf 1 mm Ausschlag und 1 Meter Skalenabstand, ist ca. $0{,}35.10^{-8}$ Amp. Der Umschlusswiderstand R_5 wurde bei allen Aufnahmen so gewählt, dass er zusammen mit dem Galvanometerwiderstande 600 Ohm ausmachte.

Der Galvanometerwiderstand wurde hierfür nach der Formel:

$$R_{gt} = R_{g\,17} \,.\, (1 + 0{,}004\ [t - 17])$$

für die Raumtemperatur t umgerechnet. Der Dämpfungsfaktor des Galvanometers betrug hierbei etwa 20.

Die Einstellung des Galvanometers wurde an einer kreisförmig gebogenen Celluloidskala abgelesen; die Entfernung der Skala vom sphärischen Spiegel des Instrumentes betrug 112,3 cm bei schärfster Einstellung des Lichtzeigers. Die Skala war in mm geteilt und von der Mitte aus nach beiden Seiten hin von 10 zu 10 Teilen beziffert. Die Bestimmung der wahren Grösse eines Skalenteiles, die bei den sich leicht verziehenden Celluloidskalen stets geboten ist, konnte hier entfallen, da bei allen Versuchen dieselbe Skala benutzt wurde, und die Abweichungen der Galvanometerausschläge von der Proportionalität mit Aichspannung (E_1) und Aichstrom (J_4) bis gegen 150 mm Ausschlag innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler lagen, wie die während der Versuche oftmals wiederholten Aichungen gezeigt haben. Als Beispiel sei eine Aichung angeführt:

Tabelle I.

Aichung der Messvorrichtung.

Datum: 14. IV. 04. Raumtemperatur: 18° C. Tourenzahl der Maschine: 750 p. M.

R_3	R_4	R_g	R_5	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	224 . (1 + 0,004) = 223,1	377	600	60	0,1304	0,1 Mfd.

E_1 (Volt)	α_r (mm)	α_l (mm)	α_m (mm)	$\frac{E_1}{\alpha_m}$ V/mm	J_4 (Amp.)	α_r (mm)	α_l (mm)	α_m (mm)	$\frac{J_4}{\alpha_m}$ A/mm
0,680	26,8	26,8	26,8	0,02537	1,200	18,5	18,5	18,5	0,06486
1,277	50,3	50,2	50,3	0,02538	2,640	40,7	40,7	40,7	0,06486
1,808	71,1	71,3	71,2	0,02540	4,140	63,8	63,9	63,8	0,06489
2,490	97,9	98,2	98,0	0,02541	5,775	88,9	89,2	89,0	0,06490
3,036	119,2	119,6	119,4	0,02543	7,155	110,0	110,5	110,2	0,06493
3,564	139,9	140,6	140,2	0,02542	8,69	133,6	134,1	133,8	0,06495
4,114	161,3	162,0	161,6	0,02545	10,18	156,2	156,8	156,5	0,06505

Mittel von $\frac{E_1}{\alpha_m} = 0{,}02541$ Volt/mm | Mittel von $\frac{J_4}{\alpha_m} = 0{,}06492$ Amp./mm

Die Widerstände R_3, R_4, R_5, R_6, sind Schulrheostaten von Edelmann mit bifilar gewickelten Rollenwiderständen. Auf eine Kalibrierung konnte verzichtet werden, da die Messvorrichtung für die ganze Widerstandskombination geaicht wurde.

Die Ablesungen der 3 Ampèremeter J_1, J_2, J_3 sollten dazu dienen, den Effektverbrauch des Voltameters nach der Drei-Ampèremetermethode zu ermitteln. Sie ermöglichten zunächst, den Effektverbrauch im Voltameterzweige, und hieraus, durch Abziehen des Effektverbrauches im Ampèremeter J_1, Widerstand R_1 und den Zuleitungen, die Effektaufnahme des Voltameters zu bestimmen. Es zeigte sich jedoch bald, dass die Methode hier nicht anwendbar war; die Resultate waren wegen der stets ziemlich kleinen Phasenverschiebung zwischen J_1 und J_2 so ungenau, dass sie keinesfalls als Kontrolle der Leistungswerte dienen konnten, die aus den aufgenommenen Kurven rechnerisch sich ermitteln liessen.

Die Ampèremeter wurden daher nur zur Kontrolle der Konstanz der Versuchsbedingungen während der Aufnahmen verwendet; die Strom-, Spannungs- und Leistungswerte wurden rechnerisch aus den aufgenommenen Kurven ermittelt.

V. Fehlerquellen.

Bei Beginn der Arbeiten, kurze Zeit nach dem Einsetzen der sorgfältig gereinigten Elektroden, war der elektrische Zustand des Voltameters derart labil, trotz konstanter Tourenzahl und Spannung des Wechselstromgenerators, dass eine Kurvenaufnahme überhaupt unmöglich war. Nachdem das Voltameter einige Tage ununter-

brochen mit ca. 0,02 Amp. Stromdichte in Betrieb gewesen war, traten ziemlich konstante Verhältnisse ein. Die bei den Vorversuchen aufgenommenen Kurven zeigten erhebliche Unterschiede der Halbperiodenlängen, Abweichungen der Periodenlängen von dem Sollwerte (90 Grad Verstellung des Kontaktmachers, entsprechend dem Winkel eines Polpaares), und verschiedene Inhalte der Halbperiodenflächen.

Diese Erscheinung konnte zum Teil durch die 2 elastischen Zwischenglieder (Z_1 und Z_2 siehe Fig. 1) zwischen dem Kontaktmacher und dem Generator bedingt sein.

Diese gaben zu dem Bedenken Anlass, dass zwischen dem Rotor des Generators und dem Kontaktmacher Relativbewegungen eintreten, die die Genauigkeit der Kurvenaufnahmen beeinträchtigen. Um diesen Einwand zu prüfen, definieren wir zunächst die Lage des Rotors durch den veränderlichen Winkel α, den ein mit dem Rotor umlaufender Vektor OA mit einer festen Richtung OB einschliesst. OA und OB liegen in derselben, zur Drehachse senkrechten Ebene. Diese Ebene ist die Zeichnungsebene der Fig. 5 (S. 30). Ebenso definieren wir die Lage des Kontaktmachers durch den veränderlichen Winkel α', den ein mit dem Kontaktmacher umlaufender Vektor OA′ mit der festen Richtung OB einschliesst. Der Einfachheit halber wählen wir die feste Richtung OB so, dass sie durch den feststehenden Index oder Noniusnullpunkt am Kontaktapparat geht, und legen den Vektor OA′ durch die ablaufende Kante des Ladekontaktes L. Den Vektor OA legen wir relativ zum Rotor fest nach folgender Ueberlegung: Eine Relativbewegung des Kontaktmachers gegen den Rotor kann nur eine Schwingung sein, da die mittlere Winkelgeschwindigkeit der beiden dieselbe und konstant ist. Eine einfache Untersuchung dieser Relativbewegung — sie tritt auf, wenn die Achsen der 3 Apparate nicht genau zusammenfallen — zeigt, dass in ihr die Schwingung mit einer Periodenzahl gleich der Tourenzahl der Maschine vorherrschen muss. OA führt also bei jeder Umdrehung des Rotors ausser der gleichförmigen Umlaufsbewegung eine einfache Schwingung aus. Da es nur auf die Bewegung des Rotors relativ zum Kontaktmacher ankommt, so können wir diesen als gleichförmig umlaufend annehmen, und die Relativbewegung des Rotorvektors OA gegen den Kontaktmachervektor OA′ als algebraische Summe der Relativbewegungen beider gegen irgend einen mit der mittleren Geschwindigkeit gleichförmig umlaufenden Vektor ansehen. Wir setzen nun fest, dass der Rotor-

vektor OA in seiner Mittellage mit dem Vektor OA′ zusammenfallen soll. Während der Hälfte einer Umdrehung eilt dann Vektor OA dem Vektor OA′ voraus, während der anderen Hälfte bleibt OA gegen OA′ zurück. Ist z. B. im Momente des Ablaufens des Ladekontaktes, der die Ladung des Kondensators, und damit den Galvanometerausschlag bestimmt, der Rotor dem Kontaktmacher um den Winkel χ vorausgeeilt, so entspricht der gemessene Augenblickswert dem Winkel

$$\alpha = \alpha' + \chi$$

des Rotorvektors. Der zu diesem Werte als Abscisse genommene Winkel α' des Kontaktmachervektors OA′, bestimmt durch die Einstellung der Teilscheibe und durch den konstanten Winkel β zu

$$\alpha' = \beta + \gamma,$$

ist also um den Winkel χ zu klein.

Bei einer mehrpoligen Maschine muss infolge dieses Fehlers die eine Hälfte der einer Umdrehung entsprechenden Momentanwerte in einem Sinne der Abscissenachse, die andere Hälfte im anderen Sinne so verschoben erscheinen, dass die Grösse der Verschiebung gegen 2 Punkte hin abnimmt, und in diesen Punkten Null wird; es sind dies die Punkte, in denen der Rotor seine Mittellage relativ zum Kontaktmacher hat.

Die Halbperiodenflächen der aufgenommenen Kurve können dann nicht mehr inhaltsgleich sein, wie durch das Induktionsgesetz gefordert wird, und die Schnittpunkte der Kurve mit der Abscissenachse müssen verschieden weit von einander entfernt sein. Diese Erkenntnis gibt ein Mittel an die Hand, um rasch zu prüfen, ob eine Relativbewegung mit merkbarer Amplitude vorhanden ist. Man lässt den Generator leer, unter Erregung laufen, und bestimmt an der Teilscheibe des Kontaktmachers die Punkte, bei denen der Ausschlag des Galvanometers, das für diese Messung sehr empfindlich gemacht werden kann, Null wird. Man trennt zu diesem Zwecke die von den Klemmen des Voltameters (Fig. 4) zum Umschalter U_2 führenden Drähte ab, und legt sie direkt an die Klemmen des Wechselstromgenerators, wobei Schalter S_1 geöffnet ist.

Sind die Winkelabstände zwischen den einzelnen Einstellungen der Teilscheibe untereinander gleich, und gleich dem Werte 360 dividiert durch die Polzahl, also $= 45^0$, so ist eine störende Relativbewegung nicht vorhanden.

In dieser Weise wurde das Versuchsaggregat geprüft und einwandsfrei befunden.

Zur Erklärung der oben genannten Unregelmässigkeiten der Kurven bleiben also folgende 2 Möglichkeiten:

1. Die Momentanwerte ändern ihre Grössen und ihre zeitliche Lage gegen die Rotorstellung.

Bei fast allen Versuchen zeigten die Ampèremeter J_1, J_2, J_3 geringe Schwankungen. Ein Nachregulieren während der Kurvenaufnahmen erwies sich als ungünstig. Dass auch eine Verschiebung der Kurven gegen ihre anfängliche Lage eintrat, geht auch daraus hervor, dass die Periodenlängen vielfach von 90° (Kontaktmacherverstellung) abweichen. Rasch nacheinander vorgenommene Bestimmung der Einstellungen für Nullausschlag des Galvanometers ergab stets 90 Grad für die Periode. Die Winkel für die Halbperioden waren in der Regel etwas verschieden.

2. Das Voltameter selbst bedingt die Verschiedenheit der positiven und der negativen Halbperiodenflächen durch ungleiches Verhalten gegen die beiden Stromrichtungen.

Dies konnte durch Gleichstrominstrumente, einen Spannungsmesser an den Klemmen des Voltameters, und ein Millivoltmeter an den Klemmen des Widerstandes R_1 nachgewiesen werden. Die erste der beiden Erscheinungen bildete eine Fehlerquelle, deren Einfluss unter besonders günstigen Umständen klein sein mochte, der aber nicht wohl quantitativ zu bestimmen war.

VI. Aichung der Messanordnung.

Um den Wert eines Galvanometerskalenteiles in „Volt an den Voltameterklemmen“ zu bestimmen, wurde die Messanordnung durch Umlegen des Umschalters U_2 (siehe Fig. 4) von der Voltameterspannung abgetrennt, und an die Gleichstromspannung E_1 gelegt. Die Tourenzahl des Kontaktmachers wurde dabei genau dem Werte gleichgehalten, den sie während der Aufnahme hatte (750 p. M.). Die Spannung E_1 wurde nun in passenden Stufen geändert; zu jedem Werte von E_1 wurde der Galvanometerausschlag links und rechts genommen, und aus diesen Ablesungen das Verhältnis zwischen E_1 und dem dazu gehörigen Mittelwerte der beiden Ausschläge berechnet. Der Mittelwert dieses Verhältnisses, der in dem benutzten Skalenbereich (bis gegen 160 mm Ausschlag) um weniger als 0,2 % von den beobachteten Werten abweicht, ist als „Spannungskonstante“ zu den folgenden Berechnungen benutzt.

Zur Bestimmung der „Stromkonstante“ wurde der Widerstand R_1 im Voltameterzweige durch den Bügel D ersetzt; der Umschalter

U_1 gestattete, dies ohne eine Unterbrechung von J_1 auszuführen. R_1 wurde sodann in den Gleichstromkreis einer Batterie B_1 eingeschaltet. Nachdem U_3 zur Strommessung umgelegt war, wurde J_4 in passenden Stufen variiert, und wieder zu jedem Werte der Galvanometerausschlag rechts und links bestimmt. Die Stromkonstante wurde sodann analog der Spannungskonstante berechnet.

Diese Art der Aichung bietet den Vorteil, dass die zu messenden Spannungs- und Stromwerte durch die Galvanometerablesungen direkt auf die mit Kompensator geaichten Normalinstrumente E_1 und J_4 bezogen werden.

Ein vollständiges Beispiel einer solchen Aichung ist die Tabelle I.

VII. Durchführung der Versuche.

Vor jeder Aufnahme war das Voltameter längere Zeit unter den Bedingungen dieser Aufnahme in Betrieb. Während dieses Einlaufens wurde von Zeit zu Zeit der Voltameterstrom J_1 auf denselben Wert einreguliert. Um Schwankungen möglichst scharf erkennen zu können, wurde dabei das Ampèremeter J_1 stets auf einen Teilstrich seiner Skala einreguliert.

Die Kurvenaufnahmen erfolgten in der Weise, dass die Teilscheibe des Kontaktmachers, die die Bürste F_2 trägt, von Grad zu Grad, an besonders interessierenden Stellen von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Grad, verstellt wurde. Die Einstellung wurde durch Nonius kontrolliert, und war auf $^1/_{10}$ Grad genau abzulesen. Jede Einstellung lieferte eine Galvanometerablesung. Es wurden so für die Periode der Kurven mindestens 90 Ordinatenwerte erhalten.

In der Regel wurden Strom- und Spannungskurve nacheinander aufgenommen, von derselben Anfangsstellung der Kontaktmacherscheibe ausgehend. Es entsteht dadurch eine gewisse Unsicherheit, insbesondere in den Beziehungen zwischen den beiden Kurven. Für eine vollständige Aufnahme waren unter den günstigsten Bedingungen etwa eine Stunde nötig, $1^1/_2$ bis 2 Stunden, wenn die Galvanometerausschläge etwas unruhig waren. Es wurde auch versucht, für jede Einstellung des Kontaktmachers den Strom- und den Spannungswert gleich nacheinander aufzunehmen. Die Versuchsdauer wurde aber durch die verlängerte Einstellungsdauer des Galvanometers erheblich vergrössert. Daher wurde die erste Art der Aufnahmen beibehalten, um den Fehler durch Abkürzung der Versuchsdauer möglichst zu reduzieren, den die unvermeidlichen schwachen Aende-

rungen der Versuchsbedingungen während der Aufnahme hervorbringen konnten. Die Verstellung des Kontaktapparates wurde von einem geübten Hilfsarbeiter besorgt, dem gleichzeitig die Beobachtung des Tachometers oblag.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Schwefelsäure im Voltameter geschah mit einem eigens für die Versuche von Dr. Bender und Dr. Hobein gebauten empfindlichen Aräometer.

VIII. Aufzeichnung und Auswertung der Messergebnisse.

Die beobachteten Galvanometerausschläge sind in den Kurventafeln als Ordinaten zu den Kontaktmachereinstellungen als Abscissen aufgetragen. Die Massstäbe sind:

Für die Ordinaten: 1 Skalenteil = 1 mm.

Für die Abscissen: 1 Grad Verstellung des Kontaktmachers = 4 mm.

Die Wellenlänge der Grundwelle der aufgenommenen Kurven wird also durch eine Strecke von 360 mm Länge dargestellt.

Wie schon erwähnt, wurden die 3 Ampèremeter J_1, J_2, J_3 nur zur Kontrolle der Konstanz der Versuchsbedingungen verwendet. Mithilfe des Ampèremeters J_1 wurde die gewünschte Stromstärke eingestellt; die genauen Strom-, Spannungs- und Leistungswerte wurden für jeden Versuch aus den aufgenommenen Ordinatenwerten der Kurven in folgender Weise berechnet:

Zunächst wurden zu den beobachteten Werten die Quadratzahlen aus einer Tafel entnommen, und der Mittelwert dieser Quadratzahlen für eine Periode nach der Simpson'schen Regel berechnet. Die Wurzel dieses Mittelwertes ergab den gesuchten effektiven Mittelwert der betreffenden Kurve ($i_{eff.}$, $e_{eff.}$). Mit der Spannungskonstanten (C_e) multipliziert lieferte der so gefundene Mittelwert einer Spannungskurve ($e_{eff.}$) den Effektivwert der Spannung ($E_{eff.}$), der effektive Mittelwert einer Stromkurve ($i_{eff.}$), mit der Stromkonstanten (C_i) multipliziert, den Effektivwert des Stromes ($J_{eff.}$).

Soweit 2 geschlossene Halbperiodenflächen vorhanden waren, wurde auch der galvanometrische Mittelwert der Ordinaten für eine Periode nach der Simpson'schen Regel berechnet. Der galvanometrische Mittelwert einer Stromkurve (i_g), mit der Stromkonstanten (C_i) multipliziert, ergab die Intensität des aufgelagerten Gleichstromes (J_g); der galvanometrische Mittelwert einer Spannungskurve

(e_g), mit der Spannungskonstanten (C_e) multipliziert, die aufgelagerte Gleichstromspannung (E_g).

(Das Vorhandensein unperiodischer Komponenten des Stromes und der Spannung war durch Gleichstrominstrumente nachzuweisen, wie bereits oben Seite 21 erwähnt wurde.)

Für diese Berechnung wurde für jede Kurve eine, die volle Periode darstellende, von Grad zu Grad Kontaktmachereinstellung fortschreitende Ordinatenreihe verwendet. Die sehr mühevolle Arbeit dieser Berechnungen wurde durch Formulare, die eine geeignete Liniatur und Vordruck trugen, einigermassen erleichtert.

Für die Berechnung der mittleren Leistung (P) wurde zur Vereinfachung die Zahl der verwendeten Ordinaten eingeschränkt. Die Leistungswerte sind aus je 25 Ordinatenprodukten berechnet. Die Wellenlänge der aufgezeichneten Stromkurve wurde dazu in 24 gleiche Teile geteilt, die zu den einzelnen Teilpunkten gehörigen Ordinaten der Strom- und der Spannungskurve abgegriffen, und miteinander multipliziert. Der Mittelwert der 25 Produkte (p_m) wurde mit Hilfe der Simpson'schen Regel berechnet; er ergab, mit dem Produkt aus Strom- und Spannungskonstante (C_p) multipliziert, die vom Voltameter aufgenommene Leistung in Watt.

Die Kapazitäts- und Widerstandswerte wurden aus den berechneten Strom-, Spannungs- und Leistungswerten in folgender Weise bestimmt: Die Auswertung einer Aufnahme habe den Strom im Voltameter $J_{eff.}$ Amp., die Klemmenspannung $E_{eff.}$ Volt, die Leistung P Watt ergeben. Denkt man sich den Strom durch einen effektiv äquivalenten Sinusstrom, die Spannung durch eine effektiv äquivalente, sinusförmig verlaufende Spannung ersetzt, so besteht die Beziehung:

$$P = J_{eff.} \cdot E_{eff.} \cdot \cos \varphi,$$

wobei φ die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bedeutet.

Es kann nun die Sinusspannung als Summe zweier Spannungen mit 90° Phasenverschiebung aufgefasst werden; die eine dieser Komponenten ist in Phase mit dem Strom, und hat den Effektivwert $E_{eff.} \cdot \cos \varphi$. Sie ergibt deshalb mit dem Strome die Leistung

$$P = J_{eff.} \cdot E_{eff.} \cdot \cos \varphi.$$

Die zweite der Komponenten hat den Effektivwert $E_{eff.} \cdot \sin \varphi$ und 90° Phasenverschiebung gegen den Strom, also keine Leistung mit dem Strome.

Eilt diese Spannungskomponente dem Strome nach, so kann

von einer Serienschaltung eines Widerstandes und einer Kapazität gesprochen werden. Dies ist hier der Fall.

Definiert man das Verhältnis

$$\frac{E_{eff.} \cdot \cos \varphi}{J_{eff.}} = \frac{P}{(J_{eff.})^2} = R$$

als „Widerstand des Voltameters", und das Verhältnis

$$\frac{E_{eff.} \cdot \sin \varphi}{J_{eff.}} = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

als „Reaktanz eines Kondensators", dessen Grösse = C Farad ist, und der von einem Wechselstrome mit der Periodenzahl

$$n = \frac{\omega}{2\pi}$$

durchflossen ist, so kann das Voltameter als eine Serienschaltung des Widerstandes R und des Kondensators mit der Kapazität C aufgefasst werden.

Die Kapazität pro Flächeneinheit einer Elektrode (C′) wurde aus der so berechneten „Kapazität des Voltameters" (C) aus der Beziehung

$$C' = \frac{2 \cdot C}{f}$$

berechnet. Hierin bedeutet f die freie Elektrodenfläche (185,9 cm^2).

Von dem aus der Formel

$$R = \frac{P}{(J_{eff.})^2}$$

berechneten „Widerstand des Voltameters" den reinen Leitungswiderstand abzuscheiden, ist nicht möglich, da dieser Leitungswiderstand nicht wohl messbar, und wegen des unbekannten Verlaufs der Stromlinien auch nicht zu berechnen war. Der für die Einheit der Fläche einer Elektrode aus der Formel

$$R' = \frac{1}{2} \cdot R \cdot f$$

berechnete Widerstandswert schliesst also die Hälfte des mittleren Leitungswiderstandes pro cm^2 Elektrodenfläche mit ein.

IX. Messergebnisse.

Die Ergebnisse der einzelnen Aufnahmen sind in den anliegenden Tabellen wiedergegeben, und in den beigefügten Kurventafeln graphisch dargestellt.

Die Aufnahmen sind in 2 Gruppen geteilt. Die Zugehörigkeit

zur ersten oder zur zweiten Gruppe ist durch ein „A“ oder ein „B“ vor der Ordnungsziffer gekennzeichnet.

Die ersten 4 Aufnahmen A 1 bis A 4 bezweckten, festzustellen, welchen Einfluss die Zeit, die seit der Inbetriebnahme des Voltameters mit bestimmter Stromdichte verlaufen ist, auf die technische Durchführung der Aufnahmen haben könnte.

Die Aufnahmen A 5 und A 6 sind bei verschiedenen Kurvenformen des Wechselstromes ausgeführt.

Die zweite Gruppe „B“ umfasst 14 Aufnahmen, die mit nahezu derselben Stromdichte (ca. 23 Milliampère) bei verschiedenen Elektrodenabständen ausgeführt sind.

In den Tabellen sind die beobachteten Ordinatenwerte (Galvanometerausschläge) der Stromkurven in den Reihen „i“, die der Spannungskurven in den Reihen „e“ und die zugehörigen Einstellungen des Kontaktapparates in den Reihen „E. d. C.“ vorgetragen. Ueber der Tabelle ist auf jedem Blatte zunächst die Bezeichnung, das Datum und die Zeitdauer der Aufnahme angegeben. In einer besonderen Rubrik ist die Temperatur im Voltameter, der Plattenabstand, das spezifische Gewicht der Säure im Voltameter, die gemessene Stromdichte, d. h. der 185,9te Teil der gemessenen Stromstärke (J_1) im Voltameter, und die Periodenzahl des Wechselstromes verzeichnet. Diese ist in allen Fällen = 50. In einer dritten Rubrik über der Tabelle ist die Tourenzahl des Kontaktmachers pro Minute angegeben; sie ist stets = 750. Ferner ist die Raumtemperatur, der Wert der Spannungskonstante (C_e) und der Stromkonstante (C_i) eingetragen. Darunter sind die Werte der Widerstände in der Messschaltung angegeben. Die Stromkonstante und die Spannungskonstante haben bei allen Aufnahmen dieselben Werte. Von den Widerständen ändern sich nur R_g und R_5; R_g ist auf die jeweilige Raumtemperatur reduziert, R_5 ist so gewählt, dass es zusammen mit R_g stets 600 Ohm ausmacht. Die Kapazität des verwendeten Kondensators ist stets = 0,1 Mfd.

Dieselben Angaben ohne die Widerstandswerte finden sich auf den Tafeln. Dort sind auch die berechneten effektiven Mittelwerte der Strom- und der Spannungskurve ($i_{eff.}$ und $e_{eff.}$), der Mittelwert (p_m) des Produktes der Ordinaten der Strom- und der Spannungskurve, die Effektivwerte des Stromes ($J_{eff.}$) und der Spannung ($E_{eff.}$), die mittlere Leistung (P), und der aus diesen Werten berechneten Phasenwinkel (φ) angegeben.

Tabelle II.

Bezeichnung der Aufnahme	Datum 1904	Betriebsdauer bei Beginn (St.)	Zeitintervall (St.)	Plattenabstand (mm)	$J_{eff.}$ (Amp.)	Stromdichte (M.—A. pr. cm^2)	$E_{eff.}$ (Volt)	P (Watt)	φ	E_g (Volt)	J_g (Amp.)	R′ (Ohm)	C′ (Mfd.)
B. 1	30. IV.	91	91	10	4,32	23,2	1,243	4,17	39° 3′ 5″	—	—0,06	20,8	189,9
B. 2	1. V.	122	31	10	4,42	23,8	1,443	5,16	36° 0′ 0″	—0,16	—0,07	24,6	179,5
B. 3	1. V.	124	2	3	4,38	23,6	1,496	4,80	41° 35′ 50″	—	—0,07	23,7	151,9
B. 4	5. V.	210	86	2	4,27	23,0	1,194	4,04	37° 35′ 18″	—0,04	—0,08	20,1	201,9
B. 5	5. V.	213	3	1	4,32	23,2	1,098	3,72	38° 20′ 54″	—0,04	—0,10	18,5	213,4
B. 6	6. V.	234	21	3,5	4,20	22,6	1,047	3,48	37° 41′ 12″	—0,05	—0,09	18,3	225,9
B. 7	7. V.	258	24	35	4,22	22,7	1,300	4,78	29° 23′ 15″	—	—0,07	24,9	227,7
B. 8	7. V.	260	2	100	4,27	23,0	1,522	5,85	25° 49′ 17″	—0,05	—0,07	29,8	221,8
B. 9	9. V.	305	45	150	4,22	22,7	1,200	4,81	13° 35′ 40″	—0,05	—0,11	25,1	515,1
B. 10	10. V.	329	24	180	4,31	23,2	1,603	6,37	22° 46′ 48″	—0,04	—0,05	31,9	378,9
B. 11	11. V.	353	24	1	4,23	22,8	1,006	3,40	36° 58′ 0″	—0,04	—0,10	17,7	240,7
B. 12	14. V.	427	74	1,5	4,30	23,1	0,889	2,95	39° 29′ 36″	—0,02	—0,09	14,8	238,8
B. 13	14. V.	431	4	0,75	4,40	23,7	0,903	3,21	36° 6′ 24″	—0,03	—0,07	15,4	284,7
B. 14	18. V.	522	91	0,75	4,42	23,8	0,765	2,84	32° 52′ 5″	—0,00	—0,03	13,5	366,6

Tabelle III.

B. 13	14. V.	431	4	0,75	4,40	23,7	0,903	3,21	36° 6′ 24″	—0,03	—0,07	15,4	284,7
B. 14	18. V.	522	91	0,75	4,42	23,8	0,765	2,84	32° 52′ 5″	—0,00	—0,03	13,5	366,6
B. 5	5. V.	213	3	1	4,32	23,2	1,098	3,72	38° 20′ 54″	—0,04	—0,10	18,5	213,4
B. 11	11. V.	353	24	1	4,23	22,8	1,006	3,40	36° 58′ 0″	—0,04	—0,10	17,7	240,7
B. 12	14. V.	427	74	1,5	4,30	23,1	0,889	2,95	39° 29′ 36″	—0,02	—0,09	14,8	238,8
B. 4	5. V.	210	86	2	4,27	23,0	1,194	4,04	37° 35′ 18″	—0,04	—0,08	20,1	201,9
B. 3	1. V.	124	2	3	4,38	23,6	1,496	4,80	41° 35′ 50″	—	—0,07	23,7	151,9
B. 6	6. V.	234	21	3,5	4,20	22,6	1,047	3,48	37° 41′ 12″	—0,05	—0,09	18,3	225,9
B. 1	30. IV.	91	91	10	4,32	23,2	1,243	4,17	39° 3′ 5″	—	—0,06	20,8	189,9
B. 2	1. V.	122	31	10	4,42	23,8	1,443	5,16	36° 0′ 0″	0,16	—0,07	24,6	179,5
B. 7	7. V.	258	24	35	4,22	22,7	1,300	4,78	29° 23′ 15″	—	—0,07	24,9	227,7
B. 8	7. V.	260	2	100	4,27	23,0	1,522	5,85	25° 49′ 17″	0,05	—0,07	29,8	221,8
B. 9	9. V.	305	45	150	4,22	22,7	1,200	4,81	13° 35′ 40″	0,05	—0,11	25,1	515,1
B. 10	10. V.	329	24	180	4,31	23,2	1,603	6,37	22° 46′ 48″	0,05	—0,05	31,9	378,9

Aufnahmen der Gruppe „A".

Die Beobachtung der Hitzdrahtinstrumente hatte gezeigt, dass nach der Inbetriebnahme des Voltameters, wenn der Strom J_1 dauernd beobachtet und auf denselben Wert einreguliert wurde, die Ausschläge der anderen Instrumente J_2 und J_3 zuerst rascher, dann langsamer zurückgingen. Nach einigen Stunden stellte sich ein scheinbar konstanter Zustand ein, in Wirklichkeit jedoch nur ein sehr langsames Fallen der Ströme J_2 und J_3, das erst nach einigen Tagen ununterbrochenen Laufens zu konstantem Zustande führte. Während einer solchen ausgedehnten Formationsperiode mit der nahezu konstanten Stromdichte von ca. 28 Milliampère/cm^2 sind die Aufnahmen A 1 bis A 4 nacheinander ausgeführt worden.

Die Intervalle zwischen den Aufnahmen und der Zustand des Voltameters bei jeder einzelnen waren:

A 1). Das Voltameter ist am 13. April 1904 Vormittags zusammengebaut, bis zum Beginn der Aufnahme 28 Stunden mit der Stromdichte 27,8 M.-A. in Betrieb.

Bei Beginn des Versuches befinden sich einige grosse Gasblasen auf der festen Platte. Diese verschwinden in kurzer Zeit, um einem dichten Belag von kleinen Bläschen Platz zu machen. Auf der beweglichen Platte sind anfangs wenige, am Ende des Versuches etwas mehr neugebildete Blasen, die ziemlich klein sind.

A 2). Betriebsdauer 52 Stunden. Stromdichte während des Versuches 28,2 M.-A. Leichter Beschlag von Gasblasen beiderseitig.

A 3). Betriebsdauer $69^1/_2$ Stunden. Stromdichte während des Versuches 28,0 M.-A. Grosse Gasblasen auf beiden Platten, auf der beweglichen weniger.

A 4). Betriebsdauer 165 Stunden. Stromdichte während des Versuches 27,5 M.-A. Beiderseitig fast ganz ohne Blasen während des ganzen Versuches.

Bei den letzten 3 Aufnahmen wurden mit besonderer Sorgfalt die Partien in der Nähe der Maxima der Stromkurven aufgenommen, die bei der Aufnahme A 1 eine Einsattelung gezeigt hatten. Die Einsattelung verändert ihre Lage und ihre Tiefe. Bei A 1 liegt ihre Mitte etwas später als $^1/_4$ Periode nach dem Durchgange durch Null. Bei den folgenden tritt sie immer früher auf. Bei A 4 ist die Tiefe der Einsattelung sehr klein geworden.

Bezüglich der Symmetrie der Kurven gegen die Mittelordinate zwischen 2 Punkten des Richtungswechsels ist bemerkenswert, dass

die Spannungskurve bei den ersten beiden Aufnahmen bei nahezu symmetrischer Stromkurve sehr unsymmetrisch ist, und dass sie bei den ausgesprochen unsymmetrischen Stromkurven A 3 und A 4 sich mehr der Symmetrie nähert.

Bei diesen Versuchen war der Widerstand W_1 im Stromkreis des Wechselstromgenerators kurzgeschlossen, und der Generator arbeitete mit schwachem Felde. Die Stromkurve weicht infolge der Ankerrückwirkung deshalb erheblich von der einfachen Sinusform oder vielmehr von der Form der Leerlaufspannung der Maschine ab. Diese war im vorliegenden Falle eine Sinuslinie mit einer deutlich ausgeprägten fünften Harmonischen, deren Amplitude etwa 3% der Amplitude der Grundwelle ist.

Eine Kurvenform des Stromes, die dieser einfach zusammengesetzten Form sehr naheliegt, liess sich durch Einschalten eines grösseren Widerstandes W_1 erzielen. Um denselben Ankerstrom zu erhalten, war es dann nötig, das Feld zu verstärken. Die Rückwirkung des Ankerstromes auf das Feld wurde dann verhältnismässig kleiner, und die Stromkurve näherte sich in ihrer Form der Leerlaufspannung der Maschine.

Die Aufnahme A 5 ist unter diesen Bedingungen ausgeführt. Zum Vergleich ist die Aufnahme A 6 daneben gestellt, die bei nahezu derselben Stromdichte ohne Vorschaltwiderstand (W_1) ausgeführt wurde.

A 5). Das Voltameter ist bis zum Beginn der Aufnahme 18 Stunden mit 24,5 M.-A. in Betrieb. Die Platten sind frei von Blasen.

Nach der Aufnahme wurde unter möglichster Konstanthaltung des Voltameterstromes J_1 der Widerstand W_1 stufenweise ausgeschaltet, und die Erregung des Generators stufenweise reduziert, bis W_1 kurzgeschlossen war.

A 6). Dieser Versuch ist sodann nach weiteren 24, also im Ganzen 42 Betriebsstunden aufgenommen. Trotz der Verschiedenheit der Stromkurven ist die Spannungskurve in beiden Fällen dieselbe.

Die spezifischen Widerstands- und Kapazitätswerte in der auf Seite 22 u. 23 angegebenen Weise berechnet, sind:

für A 5): $R' = 33{,}1$ Ohm; $C' = 82{,}8$ Mfd.
„ A 6): $R' = 30{,}6$ Ohm; $C' = 77{,}6$ Mfd.

In diesem Falle kann der mittlere Leitungswiderstand pro cm^2 Elektrodenfläche annähernd berechnet werden, weil bei dem kleinen Plattenabstande die Stromlinien des grössten Teiles der Elektroden-

flächen parallel verlaufen. Der Plattenabstand ist 0,0035 $\frac{m}{}$; wird das spezifische Leitvermögen der Schwefelsäure $= 720 \cdot 10^{-7}$ gesetzt, so ist der Leitungswiderstand pro cm^2 Elektrodenfläche (von der Elektrode bis zur Mittelebene zwischen den Elektroden gerechnet)

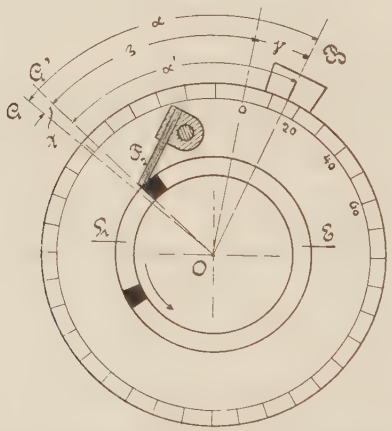
$$R_1 = \frac{0{,}0035 \cdot 10^7}{2 \cdot 100 \cdot 720} = 0{,}243 \text{ Ohm.}$$

Die berechneten Widerstandswerte R′ sind also bis auf den Betrag von etwa $^1/_4$ Ohm durch die Polarisationsvorgänge bedingt.

Aufnahme der Gruppe „B".

Abgesehen von kurzen Unterbrechungen war das Voltameter für die Durchführung dieser Versuche vom 26. April bis 18. Mai, also 23 Tage, dauernd Tag und Nacht in Betrieb. Die Unterbrechungen wurden aus folgendem Grunde notwendig: Durch ungleiche Abnützung der Kontaktstücke (L, E) (Fig. 5) und der Iso-

Fig. 5.



lationsstücke (die in Fig. 5 schwarz gezeichneten Ringsektoren) wurde nämlich der Kontaktmacher nach längerer Betriebszeit unrund. Dieser Zustand des Apparates verrät sich durch ruckweise Bewegungen des Lichtzeigers auf der Galvanometerskala, die durch das unsichere Aufliegen der Bürste (F_2) hervorgerufen werden. Der Uebelstand ist nur durch Ueberdrehen des Kontaktmachers zu beseitigen. Zur Ausführung dieser Arbeit war es notwendig, den Kontaktmacher von dem Aggregate abzukuppeln. Hierfür, sowie für das spätere Wiederanmontieren war je eine Betriebsunterbrechung von einer Minute notwendig.

Bei Beginn der Versuchsreihe B war eine Gasentwicklung im Voltameter zu bemerken, die sich durch Bildung von Gasblasen an den Elektroden kundgab. Nach achttägiger Betriebszeit, während welcher zweimal je eine Minute der Voltameterstrom unterbrochen wurde, war die Blasenbildung vollkommen verschwunden. Nach Abschluss der Versuchsreihe zeigten die ursprünglich blanken Elektroden eine gleichmässig matte Oberfläche.

Es ist wahrscheinlich, dass das allmähliche Verschwinden der Gasentwicklung mit dieser Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit des Platins zusammenhängt.

Während der ersten Zeit, in der die Gasentwicklung bemerkbar war, sind die Aufnahmen B1, B2, B3 ausgeführt worden.

In der Tabelle II. sind alle wichtigen Grössen, die die rechnerische Auswertung der Aufnahmen ergeben hat, unter den bisher eingeführten Bezeichnungen zusammengestellt. Die Reihe unter „Betriebsdauer" enthält ausserdem die Zeit in Stunden, die seit der Inbetriebnahme des Voltameters bis zum Beginn jeder Aufnahme verflossen sind; die Reihe daneben das „Zeitintervall" zwischen 2 aufeinanderfolgenden Aufnahmen.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Werte von C′ trotz der beinahe konstanten Stromdichte in sehr weiten Grenzen variieren. Eine gesetzmässige Abhängigkeit der Werte C′ von der Zeit ist ebenfalls nicht vorhanden, doch ist im Allgemeinen eine Zunahme von C′ mit der Betriebsdauer zu bemerken.

Die Tabelle III., in der die berechneten Grössen nach Plattenabständen der einzelnen Versuche geordnet sind, zeigt, dass R′ mit dem Plattenabstande im Allgemeinen wächst. Dieses Anwachsen ist natürlich auf die Vergrösserung des Leitungswiderstandes mit wachsendem Plattenabstande zurückzuführen.

Eine gesetzmässige Abhängigkeit der Werte C′ vom Plattenabstand ist ebenfalls nicht zu konstatieren.

Die Uebereinstimmung der Werte C′ bei den unmittelbar nach einander aufgenommenen Versuchen — B2, B3 — B4, B5 — B7, B8 — B12, B13 — ist etwas besser als bei zeitlich weiter auseinanderliegenden Aufnahmen.

Bei Aufnahmen mit demselben Plattenabstande — B 13, B 14 — B5, B11 — B1, B2 — zeigen die Grössen R′ und C′ umgekehrtes Verhalten; grösseres C′ ist von kleinerem R′ begleitet, umgekehrt findet sich stets zu kleinerem C′ ein grösseres R′.

Die Form der Stromkurve ist, abgesehen von kleinen Ver-

änderungen der absoluten Stromwerte, die in den etwas von einander abweichenden Werten der Stromdichte ihren Ausdruck finden, bei allen Aufnahmen dieselbe. Sie ergab sich, wie schon oben erwähnt wurde (Seite 29), infolge der Ankerrückwirkung, wenn der Widerstand W_1 kurzgeschlossen war. Die Form der Spannungskurve nähert sich bei den Aufnahmen mit grossen Plattenabständen der der Stromkurve. Dies ist durch den grösseren zusätzlichen Leitungswiderstand bedingt.

Die sämtlichen Spannungskurven zeigen eine eigenartige Unsymmetrie in Bezug auf die Mittelordinate zwischen 2 Punkten des Richtungswechsels, die durch eine Einsattelung im ersten Viertel und dritten Viertel der Periode bedingt und offenbar für die Spannungskurve charakteristisch ist.

Um in einem bestimmten Falle festzustellen, welche Werte des spezifischen Widerstandes und der spezifischen Kapazität sich bei ausschliesslicher Berücksichtigung der Grundwellen des Stromes und der Spannung ergeben würden, sind für die Aufnahme B 6, die die genannte Eigentümlichkeit der Form der Spannungskurve deutlich zeigt, die Grundwellen des Stromes und der Spannung berechnet, und in die Tafel B 6 eingezeichnet worden.

Diese Spannung wurde zwischen den Abscissen 111 und 201 E.d.C. ausgeführt und ergab folgende Werte, denen die in der früher angegebenen Weise berechneten zum Vergleiche beigefügt sind:

Für die Grundwelle des Stromes die Amplitude 90,93 mm; die Punkte des Richtungswechsels sind um den Winkel 37′ 31″ gegen die Abscissen 201, 156, 111 E.d.C. verspätet. Für die Grundwelle der Spannung die Amplitude 56,07 mm, und eine Verspätung der Punkte des Richtungswechsel gegen die Abscissen 201, 156, 111 E.d.C. von 39° 41′ 20″.

Die Phasenverschiebung zwischen den Grundwellen beträgt also:

39° 41′ 20″ — 37′ 11″ = 39° 3′ 49″; (37° 41′ 12″).

— Unter Berücksichtigung, dass die Stromkonstante = 0,06492 Amp./mm und die Spannungskonstante = 0,02541 Volt/mm beträgt, ergiebt sich der Effektivwert der Grundwelle des Stromes zu 4,174 (4,20) Amp.; die Grundwelle der Spannung hat den Effektivwert 1,007 (1,047) Volt.

Die Leistung der beiden Grundwellen ist somit:

4,174 . 1,007 . cos 39° 3′ 49″ = 3,341 (3,48) Watt.

In derselben Weise, wie oben angegeben, berechnet, ergibt sich aus diesen Werten:

$R' = 17{,}82$ (18,3) Ohm; $C' = 225{,}0$ (225,9) Mfd.

Die Unterschiede der Resultate, die die beiden Berechnungsmethoden ergaben, sind also sehr klein im Vergleich zu den Differenzen, die selbst solche Versuche ergeben haben, die unter möglichst gleichen Bedingungen ausgeführt worden sind.

X. Zusammenstellung der Resultate.

Wir fassen im folgenden die Resultate dieser Arbeit nochmals kurz zusammen:

Das wesentlichste Ergebnis ist die exakte Feststellung der Kurvenformen des Voltameterstromes und der Klemmenspannung am Voltameter, die in ihrem Verlauf punktweise experimentell aufgenommen wurden. Die Kurven sind in den Tafeln zeichnerisch dargestellt, die aufgenommenen einzelnen Ordinatenwerte der Kurven sind in den zugehörigen Tabellen aufgeführt.

Die Kurventafeln bieten ein anschauliches Bild von dem wirklichen elektrischen Verhalten des Voltameters, während die Angabe eines Widerstandswertes und eines Kapazitätswertes dieses nicht vollständig beschreibt.

Die von der physikalischen Forschung zur Untersuchung der Polarisationsvorgänge angewandte Methode, bei der eine Wheatstone'sche Brückenschaltung benutzt wird — am ausführlichsten beschrieben bei Wien — Litteraturverzeichnis — (3) — liefert nämlich für das Voltameter bei einem bestimmten, durch Wechselzahl und Stromdichte charakterisierten Betriebszustand einen Kapazitätswert (C') und einen Widerstandswert (R'), durch die zusammen das Verhalten des Voltameters in diesem Betriebszustand beschrieben wird. Dieser Methode liegt die Annahme zu Grunde, dass der Voltameterstrom und die Klemmenspannung am Voltameter harmonische Funktionen der Zeit seien; und bei der Messung unter Benutzung eines abgestimmten Nullinstrumentes in der Brückenschaltung wird in der Tat auch nur die Grundwelle des wirklichen Voltameterstromes und der wirklichen Voltameterspannung berücksichtigt.

Die Werte R' und C' sind von der Wechselzahl, von der Stromdichte und der Zeit nach der Zusammensetzung des Voltameters abhängig. Der Umstand, dass auch die Wechselzahl von Bedeutung ist, drängt zur Beachtung eines möglichen Einflusses der höheren Harmonischen in den genannten, periodisch veränderlichen Grössen.

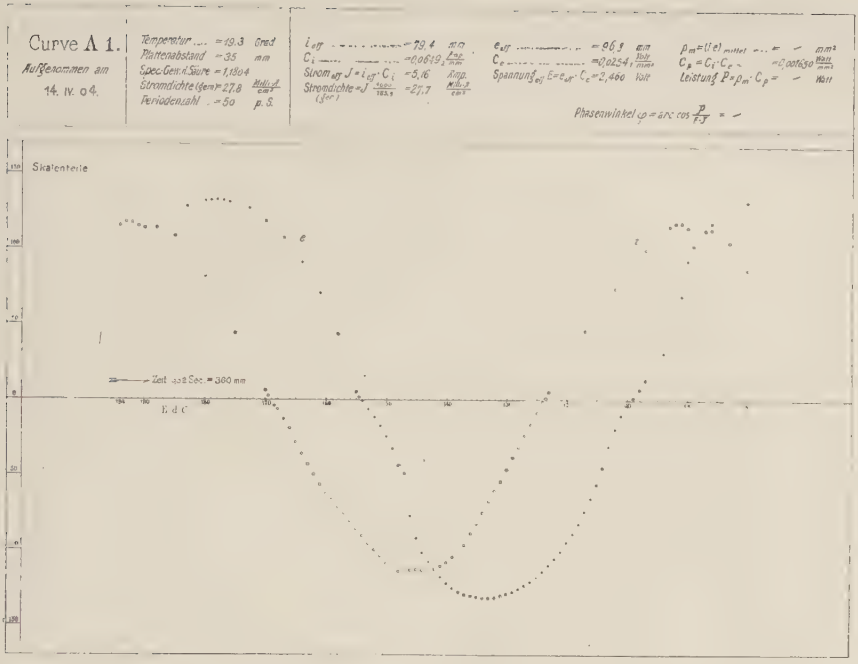
Aus diesem Grunde wurde nicht die Brückenmethode angewandt, sondern es wurde gleich die Kurvenform des Voltameterstromes und der Voltameterspannung experimentell bestimmt.

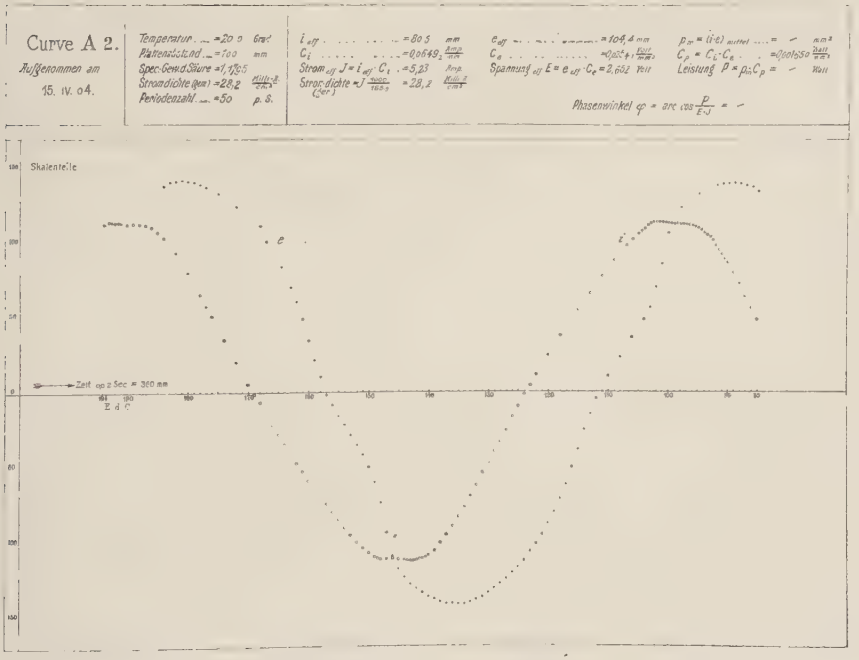
Aus den Kurven wurden die Werte R′ und C′ in der Weise berechnet, wie es im Abschnitt VIII. unter „Auswertung der Messergebnisse“ dargelegt ist. Dabei ergab sich das wichtige Resultat, dass R′ und C′ sich nur ausserordentlich wenig ändern, wenn man zu ihrer Berechnung statt des wirklichen (zeitlichen) Verlaufes des Voltameterstromes und der Voltameterspannung nur deren Grundwellen benutzt. Damit ist eine unerlässliche Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Brückenmethode bestätigt, nämlich die Voraussetzung, dass das Vorhandensein höherer Harmonischen in dem benutzten Wechselstrom ohne Einfluss ist auf die Werte R′ und C′, die nur durch Berücksichtigung der Grundwelle gefunden werden.

Für die Kenntnis vom physikalischen Verhalten des Voltameters im Allgemeinen ist endlich die Beobachtung wichtig, dass ein Voltameter, dauernd unter Strom gehalten, streng genommen niemals in einen mit der Zeit konstanten Zustand kommt, selbst wenn die Ursachen, die das Verhalten des Voltameters beeinflussen können, der physikalische und chemische Zustand des Elektrolyts, Wechselzahl und Stromdichte, auf das Peinlichste konstant gehalten werden. Diese Beobachtung, auf deren Sicherstellung besonders viel Zeit und Mühe verwendet wurde, darf wohl als neu angesehen werden, da alle Beobachter, welche die Brückenmethode anwandten, die zeitliche Aenderung des Voltameters nach dem Zusammenbau nur durch zeitweilige Messungen verfolgten, ohne durch das Voltameter dauernd Strom fliessen zu lassen.

I. Tafeln zu Curven A 1—6 und B 1—14.

II. Tabellen zu Curven A 1—6 und B 1—14.


Curve A 1.
Aufgenommen am
14. IV. 04.
Temperatur .... = 19.3 Grad
Plattenabstand = 35 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,1304
Stromdichte (ges) = 27,8 Milli-A / cm²
Periodenzahl = 50 p. S.
i eff = 79,4 mm
C i = 0,0649 Amp / min
Strom eff J = i eff · C i = 5,16 Amp.
Stromdichte = J / 185,9 = 27,7 Milli-A / cm²
e eff = 96,9 mm
C e = 0,0254 Volt / mm
Spannung eff E = e eff · C e = 2,460 Volt
p m = (i e) mittel = — mm²
C p = C i · C e = 0,001650 Watt / mm²
Leistung P = p m · C p = — Watt
Phasenwinkel φ = arc cos P / E·J = —
Skalenteile
Zeit 1 Sec = 380 mm
E d C


Curve A 2.
Aufgenommen am
15. IV. 04.
Temperatur .... = 20.0 Grad
Plattenabstand = 7,00 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,1755
Stromdichte (ges) = 28,2 Milli-A / cm²
Periodenzahl = 50 p. S.
i eff = 80,5 mm
C i = 0,0649 Amp / min
Strom eff J = i eff · C i = 5,23 Amp.
Stromdichte = J / 185,9 = 28,2 Milli-A / cm²
e eff = 104,4 mm
C e = 0,0254 Volt / mm
Spannung eff E = e eff · C e = 2,652 Volt
p m = (i e) mittel = — mm²
C p = C i · C e = 0,001650 Watt / mm²
Leistung P = p m · C p = — Watt
Phasenwinkel φ = arc cos P / E·J = —
Skalenteile
Zeit 1 Sec = 380 mm
E d C

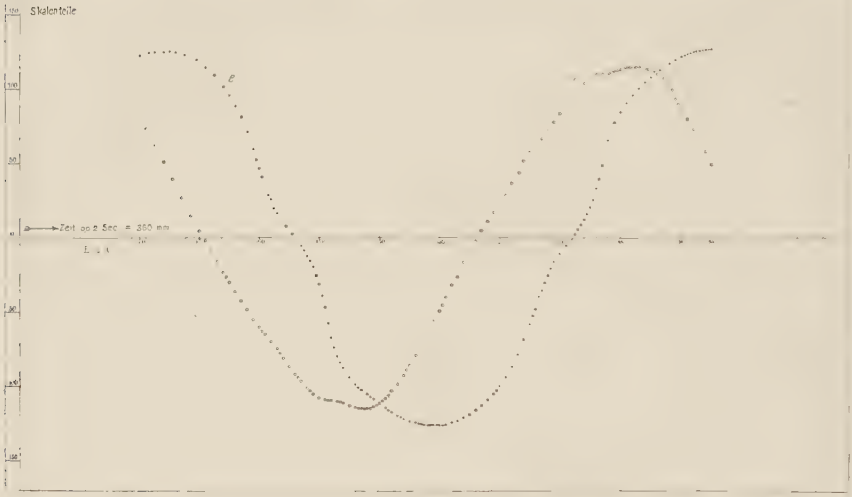
Curve A 3.

Aufgenommen am 16. IV. 04

Temperatur	= 19,8	Grad	i_{eff} = 79,8	mm	e_{eff} = 93,6 mm
Plattenabstand	= 4	mm	C_1 = 0,0643	$\frac{Amp}{mm}$	C_e = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spec. Gew. d. Säure	= 1,1792		Strom $J = i_{eff} \cdot C_1$ = 5,17	Amp	Spannung $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 2,380 Volt
Stromdichte (gem.)	= 28,0	$\frac{mA}{cm^2}$	Stromdichte $= J \frac{1000}{185,9}$ = 27,8	$\frac{Milli\,A}{cm^2}$	
Periodenzahl	= 50	p. S.	(ger.)		

$p_m = (i \cdot e)_{mittel}$ = ~ mm²
$C_p = C_1 \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Nm}{mm^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = ~ Watt

Phasenwinkel $\varphi = arc\ cos \frac{P}{E \cdot J}$ = ~



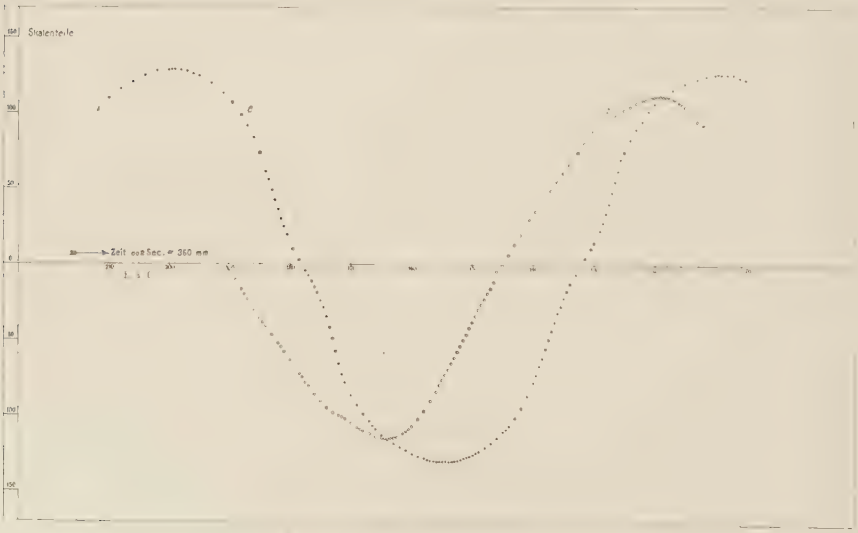
Curve A 4.

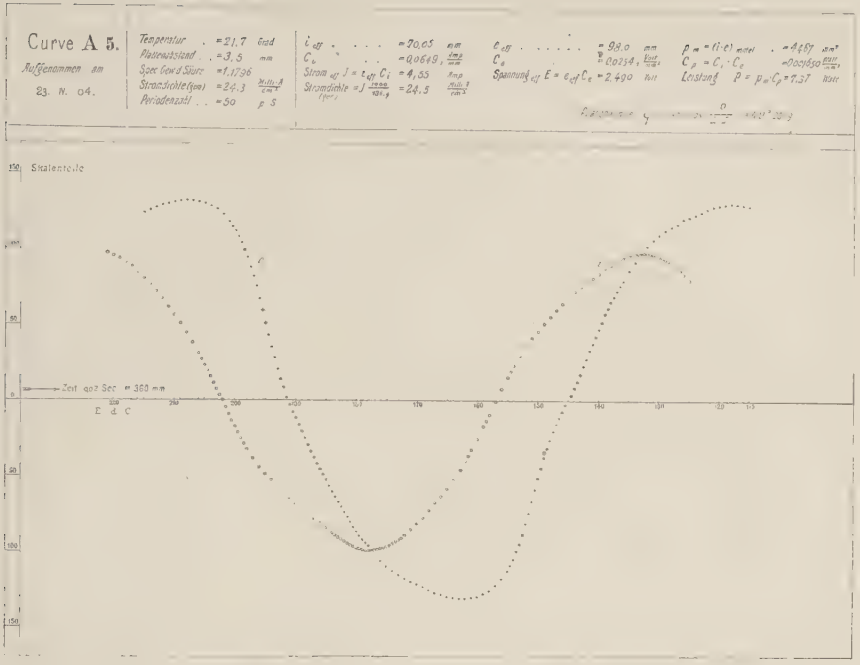
Aufgenommen am 20. IV. 04.

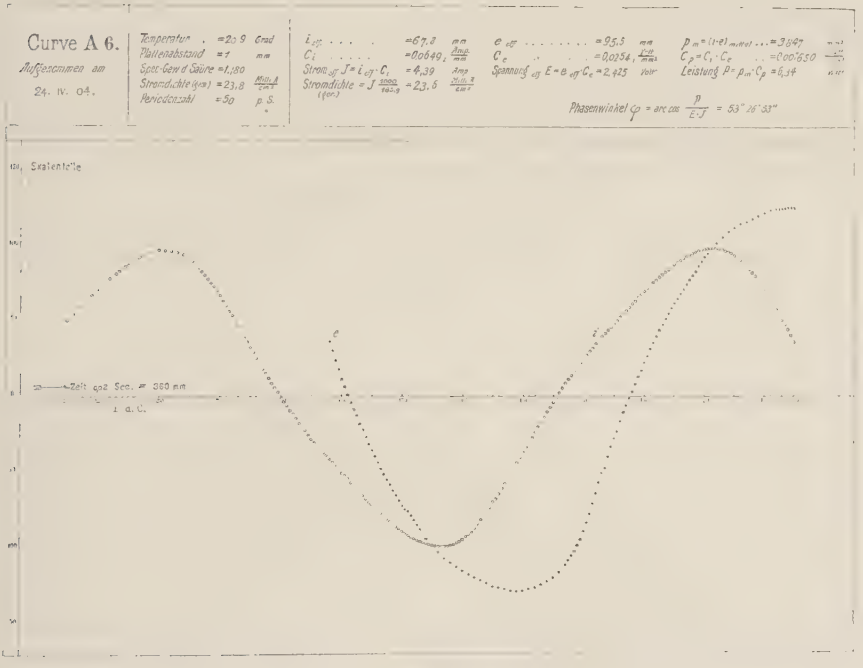
Temperatur	= 19,0	Grad	i_{eff} = 78,6	mm	e_{eff} = 97,4 mm
Plattenabstand	= 3,5	mm	C_1 = 0,0649	$\frac{Amp}{mm}$	C_e = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spec. Gew. d. Säure	= 1,1820		Strom $J = i_{eff} \cdot C_1$ = 5,10	Amp	Spannung $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 2,475 Volt
Stromdichte (gem.)	= 27,5	$\frac{Milli\,A}{cm^2}$	Stromdichte $= J \frac{1000}{185,9}$ = 27,4	$\frac{Milli\,A}{cm^2}$	
Periodenzahl	= 50	p. S.	(ger.)		

$p_m = (i \cdot e)_{mittel}$ = ~ mm²
$C_p = C_1 \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Nm}{mm^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = ~ Watt

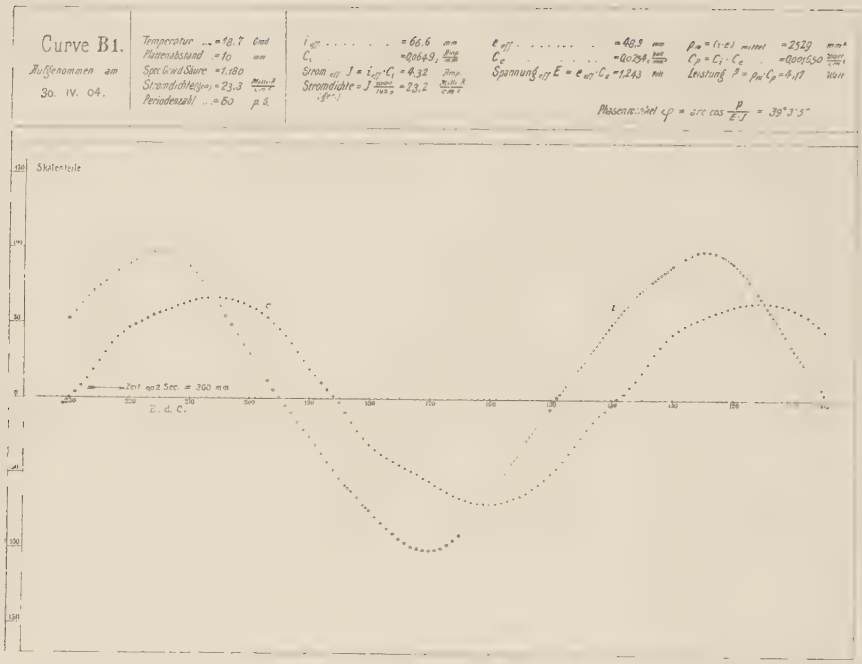
Phasenwinkel $\varphi = arc\ cos \frac{P}{E \cdot J}$ = ~

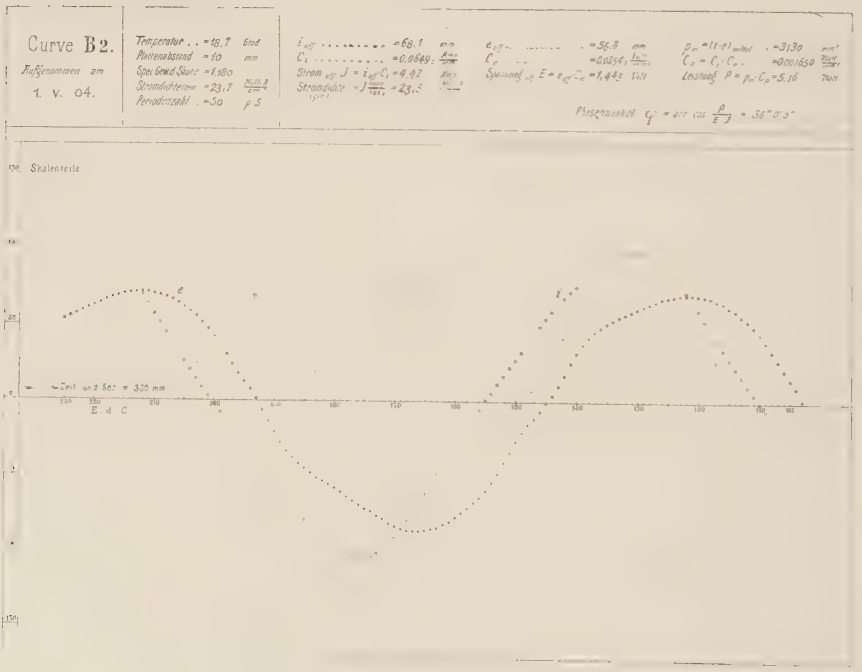


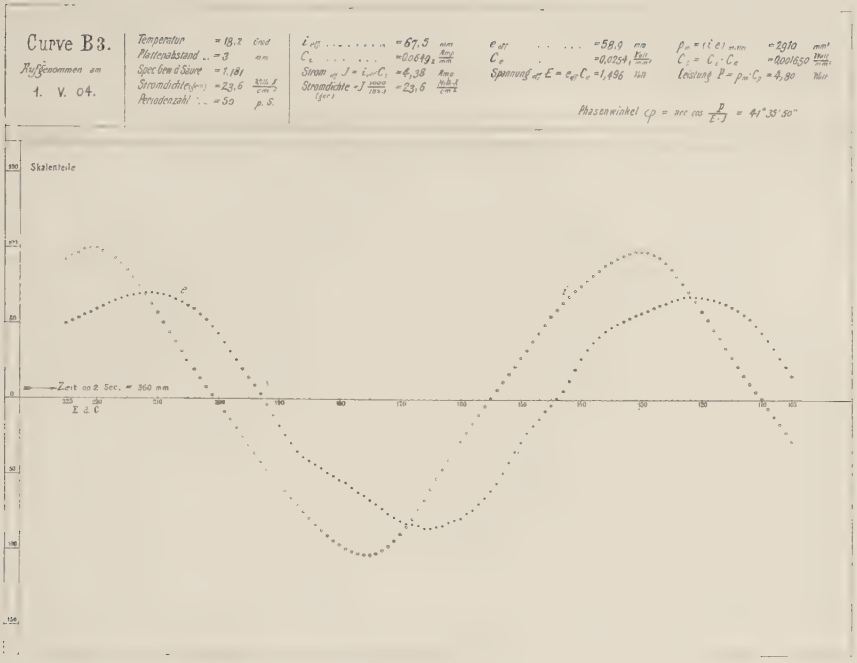

Curve A 5.
Aufgenommen am
23. IV. 04.
Temperatur . = 21.7 Grad
Plattenabstand . = 3.5 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1.1796
Stromdichte (em) = 24.3
Periodenzahl . . = 50 p. S.
Skalenteile
Zeit 902 Sec. = 360 mm

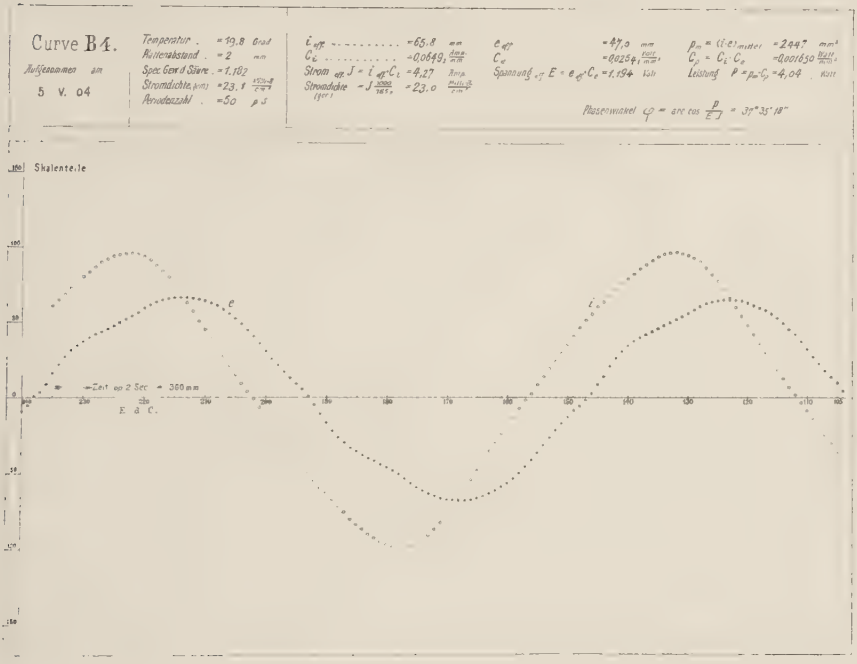

Curve A 6.
Aufgenommen am
24. IV. 04.
Temperatur . = 23.9 Grad
Plattenabstand = 1 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1.180
Stromdichte (em) = 23.8
Periodenzahl = 50 p. S.
Skalenteile
Zeit 902 Sec. = 360 mm

Taf. IV.


Curve B1.
Aufgenommen am
30. IV. 04.
Temperatur ... = 18,7 Grad
Plattenabstand = 10 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,180
Stromdichte (eff.) = 23,3
Periodenzahl ... = 50 p. S.
i_{eff} ..... = 66,6 mm
C_1 ..... = 0,0649
Strom $J = i_{eff} \cdot C_1$ = 4,32 Amp.
Stromdichte = 23,2
e_{eff} ..... = 48,9 mm
C_e ..... = 0,0294
Spannung $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 1,243 Volt
$p_m = (1 \cdot e)_{mittel}$ = 2529
$C_p = C_1 \cdot C_e$ = 0,001850
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = 4,17 Watt
Phasenwinkel φ = arc cos = 39° 3' 5"
Skalenteile
Zeit 1 Sec. = 360 mm
E. d. C.


Curve B2.
Aufgenommen am
1. V. 04.
Temperatur ... = 18,7 Grad
Plattenabstand = 10 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,180
Stromdichte (eff.) = 23,7
Periodenzahl ... = 50 p. S.
i_{eff} ..... = 68,1 mm
C_1 ..... = 0,0649
Strom $J = i_{eff} \cdot C_1$ = 4,42 Amp.
Stromdichte = 23,8
e_{eff} ..... = 56,8 mm
C_e ..... = 0,0256
Spannung $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 1,443 Volt
$p_m = (1 \cdot e)_{mittel}$ = 3130
$C_p = C_1 \cdot C_e$ = 0,001650
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = 5,16 Watt
Phasenwinkel φ = arc cos = 36° 0' 3"
Skalenteile
Zeit 1 Sec. = 300 mm
E. d. C.


Curve B3.
Aufgenommen am
1. V. 04.
Temperatur = 18,2 Grad
Plattenabstand .. = 3 cm
Spec Gew d Säure = 1,181
Stromdichte = 23,6
Periodenzahl = 50 p. S.
i_{eff} = 67,5 mm
C_i = 0,0649 $\frac{Amp}{mm}$
Strom $J = i_{eff} C_i$ = 4,38 Amp
Stromdichte $= \frac{J}{185}$ = 23,6 $\frac{Milli\,A}{cm^2}$
e_{eff} = 58,9 mm
C_e = 0,02541 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $E = e_{eff} C_e$ = 1,496 Volt
$\rho_m = (i\,e)_{mittel}$ = 2910 mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = \rho_m C_p$ = 4,80 Watt
Phasenwinkel $\varphi = arc\ cos \frac{P}{E\,J}$ = 41° 33' 50"
Skalenteile
Zeit ca 2 Sec. = 360 mm
E & C


Curve B4.
Aufgenommen am
5 V. 04
Temperatur = 19,8 Grad
Plattenabstand = 2 mm
Spec Gew d Säure = 1,182
Stromdichte = 23,1
Periodenzahl = 50 p S
i_{eff} = 65,8 mm
C_i = 0,0649 $\frac{Amp}{mm}$
Strom $J = i_{eff} C_i$ = 4,27 Amp
Stromdichte $= \frac{J}{185}$ = 23,0 $\frac{Milli\,A}{cm^2}$
e_{eff} = 47,3 mm
C_e = 0,02541 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $E = e_{eff} C_e$ = 1,194 Volt
$\rho_m = (i\,e)_{mittel}$ = 2447 mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = \rho_m C_p$ = 4,04 Watt
Phasenwinkel $\varphi = arc\ cos \frac{P}{E\,J}$ = 37° 35' 18"
Skalenteile
Zeit ca 2 Sec = 360 mm
E & C.

Curve B 5.
Aufgenommen am
5. V. 04.

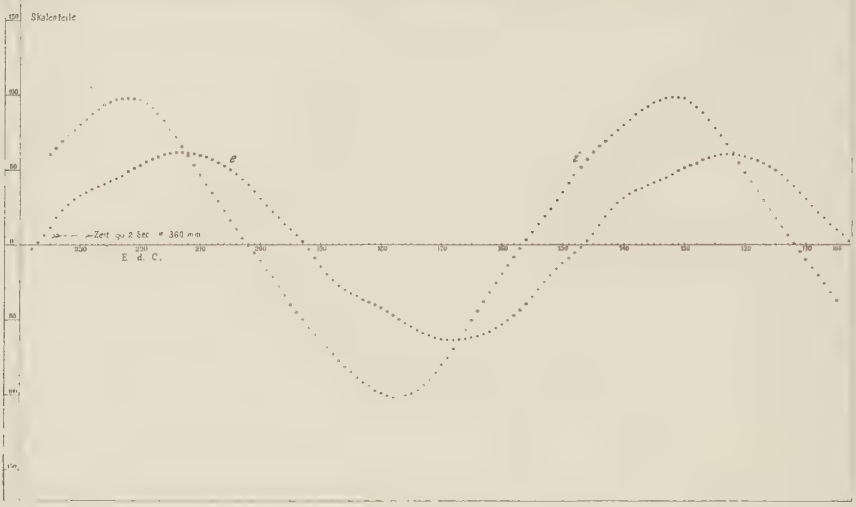
Temperatur	= 20,1	Grad
Plattenabstand	= 1	mm
Spec. Gew. d. Säure	= 1,180	
Stromdichte (em)	= 23,4	$\frac{\text{Milli-A}}{\text{cm}^2}$
Periodenzahl	= 50	p. S.

i_{eff}	= 66,6	mm
C_i	= 0,0649	$\frac{\text{Amp.}}{\text{mm}}$
Strom $_{eff}$ $J = i_{eff} \cdot C_i$	= 4,32	Amp.
Stromdichte $= \frac{J}{\text{Fläche}}$ (ger.)	= 23,2	$\frac{\text{Milli-A}}{\text{cm}^2}$

e_{eff}	= 43,2	mm
C_e	= 0,0254	$\frac{\text{Volt}}{\text{mm}}$
Spannung $_{eff}$ $E = e_{eff} \cdot C_e$	= 1,098	Volt

$p_m = (i \cdot e)$ mittel	= 2261	mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$	= 0,001650	$\frac{\text{Watt}}{\text{mm}^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$	= 3,72	Watt

Phasenwinkel $\varphi = \text{arc cos} \frac{P}{E \cdot J} = 38°\,20'\,54''$



Curve B 6.
Aufgenommen am
6. V. 04.

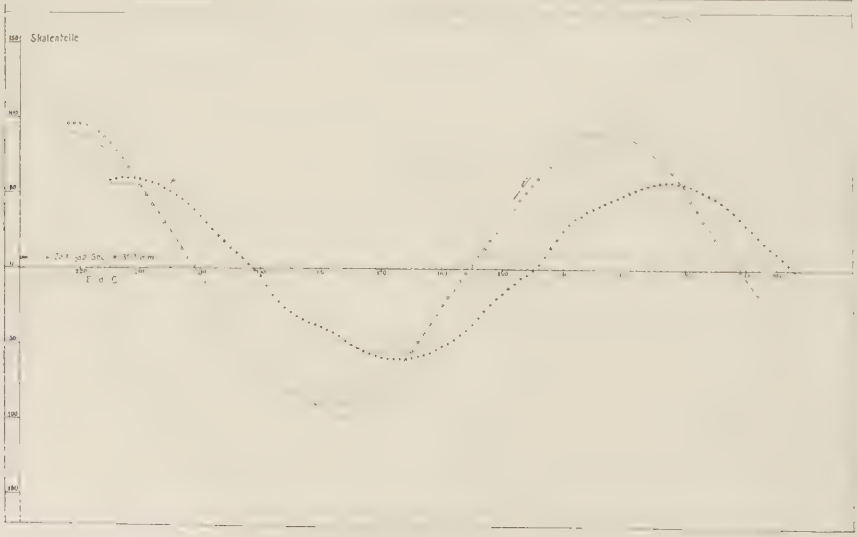
Temperatur	= 20,8	Grad
Plattenabstand	= 3,5	mm
Spec. Gewicht Säure	= 1,179	
Stromdichte (em)	= 22,7	$\frac{\text{Milli-A}}{\text{cm}^2}$
Periodenzahl	= 50	p. S.

i_{eff}	= 64,8	mm
C_i	= 0,0649	$\frac{\text{Amp.}}{\text{mm}}$
Strom $_{eff}$ $J = i_{eff} \cdot C_i$	= 4,20	Amp.
Stromdichte $= \frac{J}{\text{Fläche}}$ (ger.)	= 22,6	$\frac{\text{Milli-A}}{\text{cm}^2}$

e_{eff}	= 41,2	mm
C_e	= 0,0254	$\frac{\text{Volt}}{\text{mm}}$
Spannung $_{eff}$ $E = e_{eff} \cdot C_e$	= 1,047	Volt

$p_m = (i \cdot e)$ mittel	= 2109	mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$	= 0,001650	$\frac{\text{Watt}}{\text{mm}^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$	= 3,48	Watt

Phasenwinkel $\varphi = \text{arc cos} \frac{P}{E \cdot J} = 39°\,41'\,12''$



Curve B 7.

Aufgenommen am 7. V. 04.

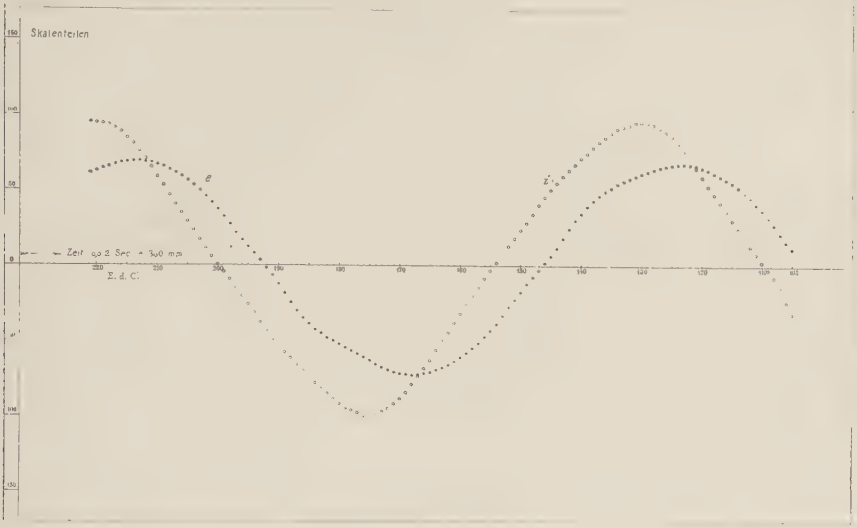
Temperatur = 20.7 Grad
Plattenabstand ... = 35 mm
Spec. Gew. d. Säure . = 1,170
Stromdichte (eff.) = 22,6 Milli A / cm²
Periodenzahl .... = 50 p. S.

i_{eff} ..... = 65,1 mm
C_i ..... = 0,0649 $\frac{Amp}{Milli}$
Strom $_{eff}$ $J = i_{eff} \cdot C_i$ = 4,22 Amp.
Stromdichte $= \frac{J \cdot 1000}{78,4}$ = 22,7 $\frac{Milli\ A}{cm^2}$
(eff.)

e_{eff} ..... = 51,2 mm
C_e ..... = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $_{eff}$ $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 1,300 Volt

$p_m = (i \cdot e)_{mittel}$ = 2900 mm²
$C_p = C_i \cdot C_e$ ... = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = 4,78 Watt

Phasenwinkel φ = arc cos $\frac{P}{E \cdot J}$ = 29° 23' 15"



Curve B 8.

Aufgenommen am 7. V. 04.

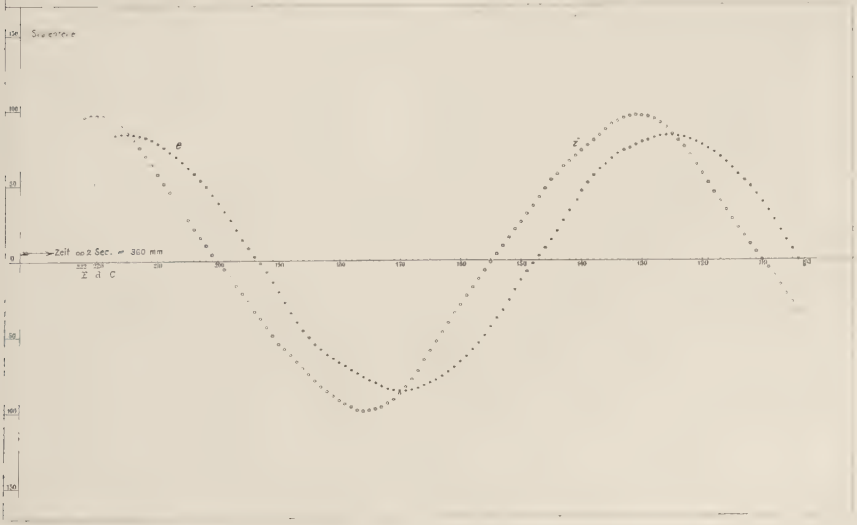
Temperatur ... = 21.2 Grad
Plattenabstand = 100 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,1803
Stromdichte (eff.) = 23,0 Milli A / cm²
Periodenzahl .. = 50 p. S.

i_{eff} ..... = 65,9 mm
C_i ..... = 0,0649 $\frac{Amp}{mm}$
Strom $_{eff}$ $J = i_{eff} \cdot C_i$ = 4,27 Amp.
Stromdichte (eff.) $= J \frac{1000}{185,6}$ = 23,0 $\frac{Milli\ A}{cm^2}$

e_{eff} ..... = 59,3 mm
C_e ..... = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $_{eff}$ $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 1,522 Volt

$p_m = (i \cdot e)_{mittel}$ = 3552 mm²
$C_p = C_i \cdot C_e$ ... = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = 6,85 Watt

Phasenwinkel φ = arc cos $\frac{P}{E \cdot J}$ = 25° 49' 17"



Curve B 9.

Aufgenommen am 9. V. 04.

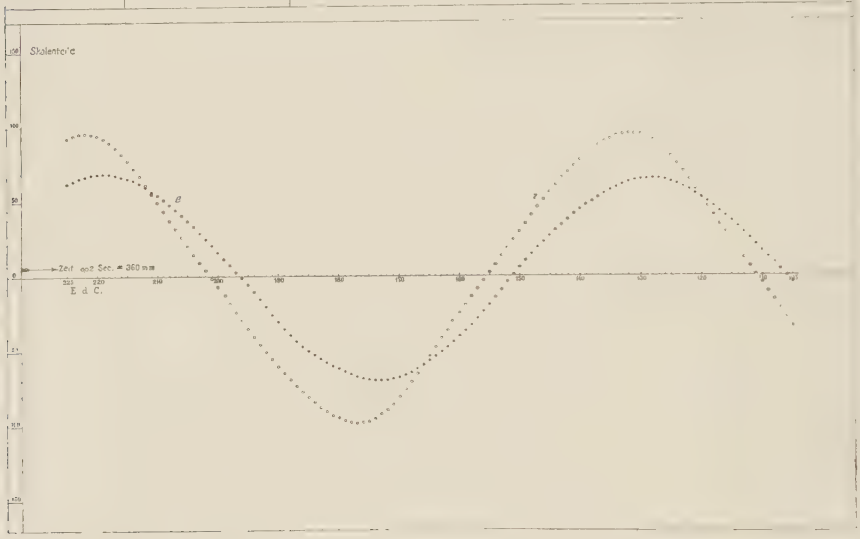
Temperatur . . . = 20.4 Grad
Plattenabstand . . . = 150 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,1805
Stromdichte (pos.) = 22,7 $\frac{M.-A.}{cm^2}$
Periodenzahl . . . = 50 p. S.

i_{eff} . . . . . = 65,1 mm
C_i . . . . . = 0,0649 $\frac{Amp.}{mm}$
Strom $_{eff}$ $J = i_{eff} C_i$ = 4,22 Amp.
Stromdichte = $J \frac{1000}{185,7}$ = 22,7 $\frac{M.-A.}{cm^2}$

e_{eff} . . . . . = 47,2 mm
C_e . . . . . = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $_{eff}$ $E = e_{eff} C_e$ = 1,200 Volt

$p_m = (i \cdot e)_{mittel}$ = 2915 mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = p_m C_p$ = 4,81 Watt

Phasenwinkel $\varphi = \arccos \frac{P}{E \cdot J}$ = 13° 35' 45"



Curve B 10.

Aufgenommen am 10. V. 04.

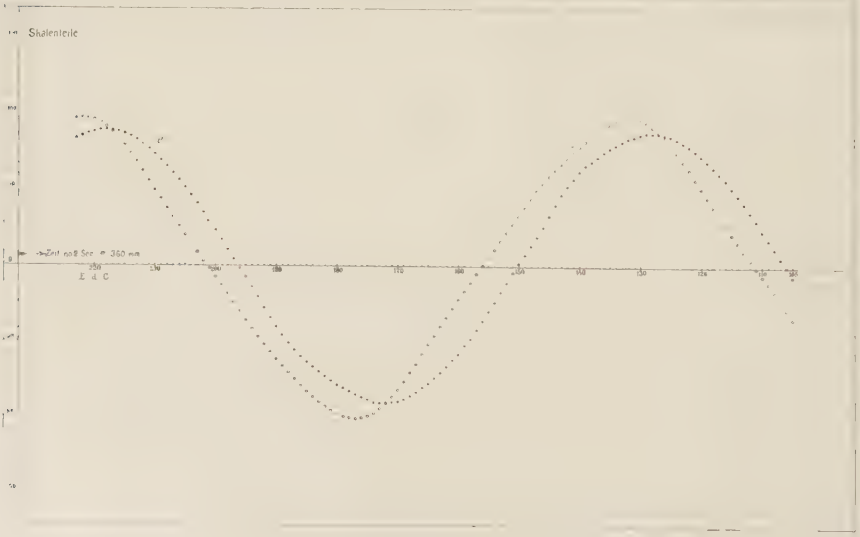
Temperatur . . = 22,5 Grad
Plattenabstand . . = . . mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,179
Stromdichte (pos.) = 23,4 $\frac{M.-A.}{cm^2}$
Periodenzahl . . . = 50 p. S.

i_{eff} . . . . = 66,55 mm
C_i . . . . = . . . $\frac{Amp.}{mm}$
Strom $_{eff}$ $J = i_{eff} C_i$ = 4,31 Amp.
Stromdichte = $J \frac{1000}{185,7}$ = 23,2 $\frac{M.-A.}{cm^2}$

e_{eff} . . . . . = 63,1 mm
C_e . . . . = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $_{eff}$ $E = e_{eff} C_e$ = 1,603 Volt

p_m $(i \cdot e)_{mittel}$ = 3865 mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$ (Gemes.) $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = p_m C_p$ = 6,37 Watt

Phasenwinkel $\varphi = \arccos \frac{P}{E \cdot J}$ = 32° 4' 45



Curve B11.
Aufgenommen am
11. V. 04.

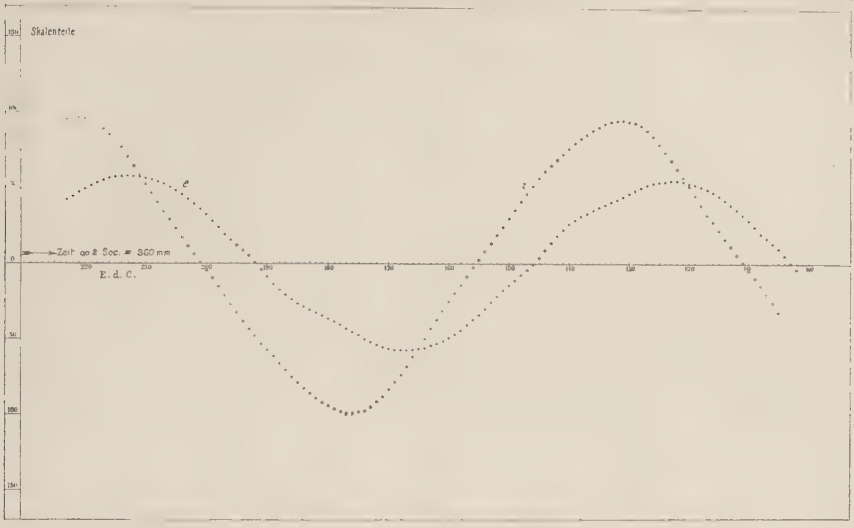
Temperatur ... = 20,3 Grad
Plattenabstand . = 1,0 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,180
Stromdichte (gem.) = 22,9 $\frac{Milli-A}{cm^2}$
Periodenzahl . = 50 p. S.

i_{eff} ..... = 65,3 mm
C_i = 0,0649 $\frac{Amp}{mm}$
Strom $J = i_{eff} \cdot C_i$ = 4,23 Amp
Stromdichte (ger.) = $\frac{J}{18,5}$ = 22,8 $\frac{Milli-A}{cm^2}$

e_{eff} . . = 39,6 mm
C_e . . . = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 1,006 Volt

$p_m = (i \cdot e)_{mittl}$ ... = 2,064 mm^2
$C_p = C_i \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = 3,40 Watt

Phasenwinkel $\varphi = \arccos \frac{P}{E \cdot J} = 36° 58' 0''$



Curve B12.
Aufgenommen am
14. V. 04.

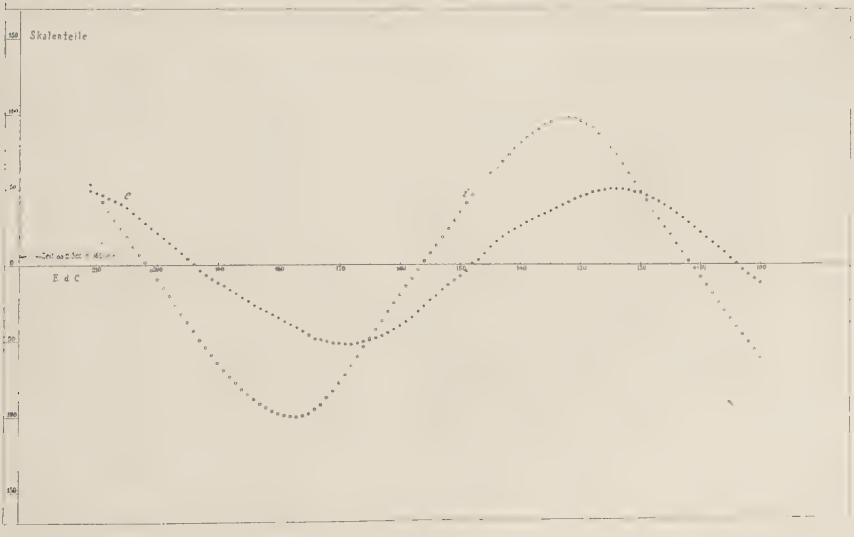
Temperatur = 20,7 Grad
Plattenabstand . . = 1,5 mm
Spec. Gew. d. Säure = 1,1795
Stromdichte (gem.) = 23,1 $\frac{Milli-A}{cm^2}$
Periodenzahl . = 50 p. S.

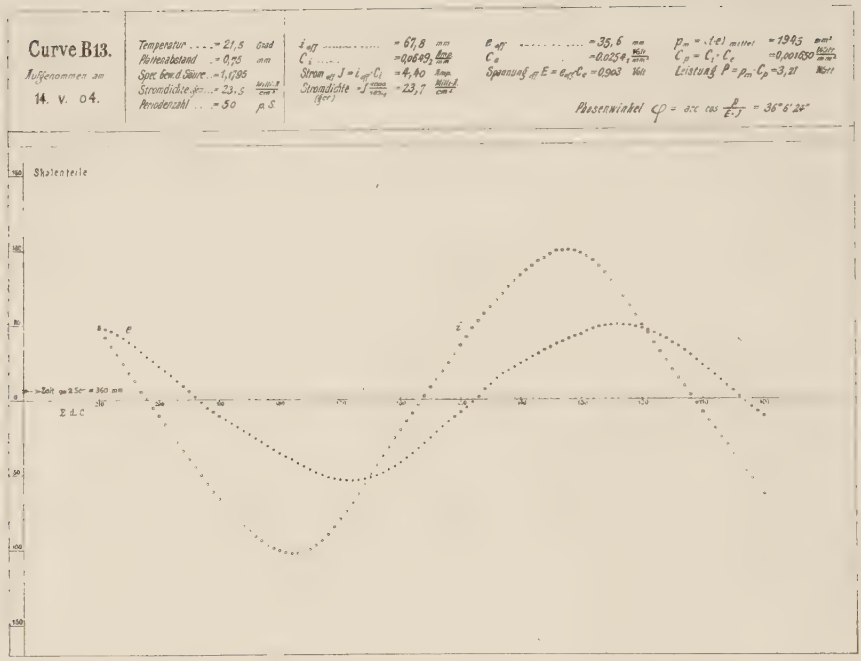
i_{eff} . . . . = 66,3 mm
C_i = 0,0649 $\frac{Amp}{mm}$
Strom $J = i_{eff} \cdot C_i$ = 4,30 Amp
Stromdichte = $\frac{J}{18,5}$ = 23,1 $\frac{Milli-A}{cm^2}$
(ger.)

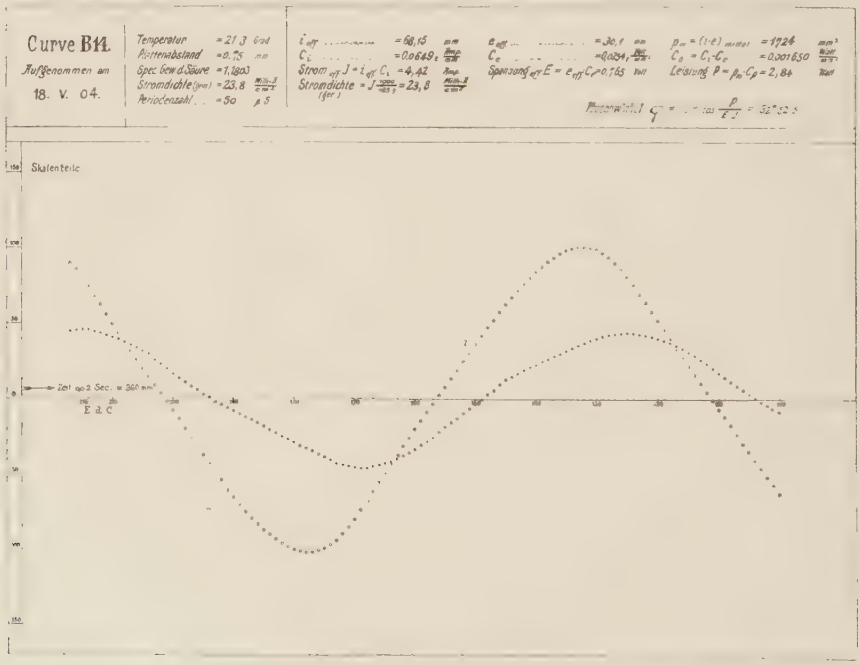
e_{eff} . . . . . = 35,0 mm
C_e . . . . = 0,0254 $\frac{Volt}{mm}$
Spannung $E = e_{eff} \cdot C_e$ = 0,889 Volt

$p_m = (i \cdot e)_{mittl}$ . . = 1,785 mm²
$C_p = C_i \cdot C_e$ = 0,001650 $\frac{Watt}{mm^2}$
Leistung $P = p_m \cdot C_p$ = 2,95 Watt

Phasenwinkel $\varphi = \arccos \frac{P}{E \cdot J} = 39° 29' 36''$




Curve B13.
Aufgenommen am
14. v. 04.
Temperatur . . . . = 21,5 Grad
Plattenabstand . . = 0,75 mm
Spec. bew. d. Säure . . = 1,1795
Stromdichte (gem.) . . = 23,5
Periodenzahl . . = 50 p. S.
Skalenteile
Zeit
E d. C


Curve B14.
Aufgenommen am
18. v. 04.
Temperatur = 21,3 Grad
Plattenabstand = 0,75 mm
Spec. bew. d. Säure = 1,1803
Stromdichte (gem.) = 23,8
Periodenzahl . . = 50 p. S.
Skalenteile
Zeit
E d. C

1. a. b.
Curve: **A. 1.**
Datum:
14. IV. 04.
3^{40}—5^{15} N.

Temperatur: 19,3 Grad.
Plattenabstand: 35 mm.
Spec. Gew. d. Säure: 1,1804
Stromdichte (gem.) 0,0278 Amp. / cm ^{2}.
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers: 750 pr. Min.
Raumtemperatur: 18,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (18,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	376	223,6	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		124	— 1.5	+				110	— 3.4	154.5	+ 1.7
		125	8.5	175	44.0			111	10.1	155	5.1
		126	16.4	180	81.8			112	19.2	158	43.6
		127	23.5	185	108.8			113	31.4	161	70.8
		128	30.8	188	114.1			114	45.0	164	91.6
		129	38.2	189	114.0			115	56.3	167	108.0
		130	46.0	190	114.0			116	65.6	170	118.9
		131	54.1	191	115.2			117	74.3	173	127.7
		132	60.5	192	117.4			118	82.6	176	131.8
		133	67.8	193	118.0			119	89.1	177	132.9
		134	75.2	194	115.1			120	94.8	178	132.9
		135	82.6					121	101.2	179	132.9
		136	89.0					122	106.0	180	132.3
		137	96.8					123	110.4	183	128.5
		138	100.4					124	114.7		
		139	104.9					125	118.4		
		140	108.5					126	121.5		
		141	110.9					127	124.1		
		142	112.5					128	126.3		
		143	113.4					129	128.3		
		144	113.4					130	129.5		
		145	113.0					131	130.7		
		146	113.1					132	132.0		
		147	114.4					133	132.1		
		148	114.2					134	132.2		
		149	112.3					135	131.7		
		150	108.8					136	130.9		
		151	103.9					137	129.9		
		152	100.0					138	128.0		
		153	95.8					139	125.5		
		154	90.5					140	122.0		
		155	85.6					141	118.0		
		156	80.9					142	113.0		
		157	76.2					143	107.5		
		158	71.3					144	102.0		
		159	66.4					145	92.8		
90	+ 87.1	160	62.2					146	77.2		
93	105.2	161	56.1					147	58.8		
96	114.1	162	49.8					148	43.5		
97	113.9	163	42.9					149	32.0		
100	115.6	164	35.8			90	+132.8	150	24.2		
101	118.2	165	28.2			93	127.8	151	17.3		
102	118.1	166	18.9			96	118.6	152	11.6		
103	116.3	167	12.8			99	103.3	153	6.1		
107	100.4	168	6.2			100	93.1	154	0.7		
112	74.7	5	4.2			101	69.6				
117	46.0	169	1.1			104	31.1				
122	12.3	5	+ 2.7			107	13.4				
123	5.2	170	+ 6.1			108	7.0				
5	1.3					109	1.6				

2. a. b.
Curve: **A. 2.**
Datum:
15. IV. 04.
3^{30}—6^{25} N.

Temperatur: 20,0 Grad.
Plattenabstand:
100 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1795
Stromdichte (gem.)
0,0282
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (19)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	376	224,0	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		124	— 2.7	169	+ 1.2			112	— 4.5	157	— 1.9
		125	9.5	170	5.6			113	14.5	158	+ 10.2
		126	16.7	172	20.1			114	25.2	159	21.7
		127	25.9	174	35.2			115	38.5	160	34.9
85	+ 48.7	128	33.7	176	51.1			116	50.7	161	49.3
86	56.7	129	40.0	177	58.0			117	62.3	162	60.8
87	64.2	130	47.1	178	66.0			118	71.8	163	70.9
88	73.1	131	54.4	180	80.6			119	80.8	164.5	84.6
89	80.2	132	62.8	182	94.0			120	88.7	167	101.5
90	87.1	133	70.0	184	103.8			121	96.0	168	112.2
5	89.7	134	77.3	185	108.0			122	102.2	172	124.7
91	92.9	135	83.9	186	111.1			123	107.6	175	133.5
5	95.6	136	90.1	187	112.4			124	113.3	177	137.6
92	98.7	137	96.0	188	113.1			125	117.8	178	139.7
5	102.4	138	101.2	189	113.2			126	121.5	179	141.2
93	104.5	139	105.7	190	112.9			127	125.6	180	141.6
5	105.9	140	109.6	191	113.6			128	128.9	181	142.5
94	107.5	5	110.8	5	113.9			129	132.0	182	141.9
5	109.2	141	111.6	192	113.9			130	134.7	183	141.6
95	110.4	5	111.7	5	114.2			131	137.5	184	138.5
5	111.5	142	112.8	193	114.4			132	139.1		
96	112.0	5	113.3	194	112.8			133	141.0		
5	112.8	143	113.4					134	142.4		
97	113.0	5	112.9					135	142.4		
5	113.2	144	112.6					136	142.0		
98	113.2	145	112.2					137	142.0		
5	113.5	146	111.8					138	140.8		
99	113.1	147	111.8					139	139.0		
5	113.2	148	111.4					140	137.3		
100	113.7	5	111.0					141	134.7		
5	114.1	149	110.5					142	131.8		
101	114.4	150	107.9					143	128.7		
5	114.5	151	104.3			+ 85	135.2	144	124.2		
102	114.5	152	100.5			86	138.2	145	118.7		
5	114.4	153	95.6			87	139.7	146	110.0		
103	113.6	154	90.6			88	140.5	147	94.0		
5	112.1	155	85.4			89	141.1	148	74.4		
104	110.1	156	80.2			90	140.8	149	60.3		
5	108.4	157	74.7			91	140.6	150	50.3		
105	106.6	158	68.5			92	139.5	151	41.8		
106	102.8	159	63.3			95	133.5	152	35.0		
107	98.4	160	58.9			98	124.4	153	28.5		
109	88.8	161	52.8			100	107.2	154	21.8		
111	78.0	162	47.0			101	86.1	155	15.7		
113	66.2	163	41.4			102	70.4	156	8.4		
115	55.2	164	34.4			103	56.8				
118	37.9	165	27.8			104	48.8				
120	24.8	166	21.5			106	36.6				
122	11.4	167	14.0			108	23.4				
123	4.6	168	6.6			110	10.5				

3. a. b.
Curve: **A. 3.**
Datum:
16. IV. 04.
9^{00} V—12^{30} N.

Temperatur: 19,8 Grad.
Plattenabstand: 4 mm.
Spec. Gew. d. Säure: 1,1792
Stromdichte (gem.) 0,0280 Amp. / cm ².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers: 750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (19,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	224,6	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e	e
85	+ 49.0	124	— 2.2	5	62.8				108	— 0.8	144	98.1	
86	57.6	125	9.2	160	60.0				109	5.2	145	93.5	
87	64.5	126	16.7	161	55.1				110	10.7	146	87.2	
88	72.6	127	26.2	162	48.2				111	16.1	5	83.9	
89	79.4	128	31.7	5	45.6				5	20.7	147	79.5	
90	86.8	129	40.0	163	42.2				112	25.6	5	74.5	
5	89.2	5	45.1	164	36.5				5	30.4	148	67.1	
91	92.6	130	49.0	165	30.0				113	35.5	5	57.4	
5	99.0	131	55.3	5	26.6				5	39.5	149	46.9	
92	101.2	132	63.1	166	23.4				114	47.9	5	39.0	
5	104.6	5	67.1	167	16.3				5	52.3	150	31.2	
93	106.4	133	70.7	168	9.2				115	57.7	5	25.3	
5	108.0	134	78.9	5	6.1				116	68.1	151	19.8	
94	109.3	135	85.7	169	2.0				117	78.4	5	15.7	
5	110.9	5	88.6	170	+ 4.5				118	86.6	152	12.5	
95	112.0	136	92.1	171.5		+ 14.7			119	93.4	5	8.4	
5	112.6	137	98.0	173		26.8	+		120	99.4	153	6.4	
96	113.4	138	102.9	174.5		39.4	84.5	+ 125.5	5	102.2	154	+ 0.6	
5	114.0	5	105.9	176		51.0	85	125.7	121	104.8	154.5		+ 2.5
97	114.3	139	107.8	177.5		62.0	5	125.6	122	108.9	155.5		7.8
5	114.1	5	109.5	179		73.3	86	125.6	123	112.4	157		16.5
98	113.9	140	111.2				5	125.4	124	115.6	5		19.8
5	114.0	5	112.4				87	124.7	125	118.6	158		26.0
99	113.7	141	113.2				5	124.6	126	120.5	5		28.9
5	113.1	5	114.1				88	124.3	127	122.3	159.5		41.0
100	112.6	142	114.4				5	123.1	128	123.7	160		46.8
5	111.8	5	114.7				89	122.6	129	125.3	5		52.4
101	111.0	143	114.5				5	121.8	5	125.7	161		59.8
5	110.8	5	114.3				90	120.9	130	125.7	162		71.4
102	110.0	144	113.9				91	118.8	5	125.4	163		81.4
103	109.5	145	112.8				92	116.1	131	125.4	164		88.7
104	109.1	146	111.0				93.5	112.0	5	125.5	165		95.7
105	106.6	5	110.4				95	107.3	132	125.6	166		101.5
106	103.2	147	110.0				96	103.9	5	125.3	167.5		109.4
107	99.1	148	109.4				97	99.9	133	125.0	169		114.9
108	94.1	5	109.4				98	95.2	5	124.5	170.5		119.5
110	83.2	149	108.5				99	90.0	134	123.8	172.5		122.9
111	77.4	150	107.1				100	84.3	135	122.9	174		124.3
112	71.4	151	104.8				101	77.0	136	121.5	175		125.1
113	66.4	5	102.7				102	65.2	5	120.3	176		124.9
114	61.1	152	100.7				103	48.6	137	119.2	177.5		124.8
115	57.1	153	96.0				5	39.6	138	116.9	178.5		124.3
116	51.4	5	93.5				104	33.1	5	115.4	180		122.1
117	43.6	154	91.5				5	25.4	139	113.9			
118	36.6	155	86.4				105	20.3	140	110.9			
119	28.5	156	80.8				5	16.0	141	108.0			
120	23.2	5	77.6				106	12.1	5	106.8			
121	17.0	157	74.5				5	8.8	142	105.0			
122	11.0	158	69.8				107	5.8	143	101.9			
123	4.9	159	64.7				5	2.5	5	100.4			

4. a. b.
Curve: **A. 4.**
Datum:
20. IV. 04.
8^{22}—11^{40} V.

Temperatur: 18,0 Grad.
Plattenabstand: 35 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1820
Stromdichte (gem.)
0,0275
Amp. / cm ².
Periodenzahl:
50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 17 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0.06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (17)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	378	222,4	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	e
		146	— 4.7	5	77.8				133	— 6.1	5	106.1	
		5	11.5	178	74.2				134	12.5	167	103.4	
		147	15.8	5	71.9				5	17.3	168	98.6	
		5	19.0	179	68.9				135	22.0	169	92.4	
		148	22.9	180	63.0				5	27.2	170	86.1	
		5	26.1	181	57.5				136	31.9	171	77.9	
		149	29.8	5	54.4				5	37.8	5	72.4	
		5	34.0	182	51.8				137	43.5	172	65.4	
		150	37.8	183	46.6				5	49.3	5	57.1	
		5	41.7	184	41.1				138	55.1	173	49.1	
		151	46.0	5	38.4				5	61.5	5	41.6	
112	+ 92.5	5	49.8	185	36.0				139	66.9	174	34.6	
113	94.6	152	53.9	186	30.1				5	72.5	5	28.4	
114	99.3	5	57.5	187	23.0				140	77.7	175	23.9	
5	101.7	153	61.5	5	20.0				141	86.6	5	18.7	
115	104.1	5	65.0	188	16.5				142	94.4	176	15.0	
5	105.9	154	69.0	189	10.3				143	100.9	5	11.2	
116	107.2	5	72.5	190	3.8				144	106.1	177	7.5	
5	108.7	155	76.0	191		+ 3.3	+		5	108.6	5	4.2	
117	109.3	5	79.6	192.5		14.3	105	122.4	145	110.2	178		+ 0
5	110.1	156	83.9	194		26.1	106	123.6	146	114.3	5		2.6
118	110.6	157	89.9	195		33.3	107	125.8	147	117.8	179.5		9.9
5	111.1	158	96.6	196		41.4	108	125.7	148	120.7	180.5		19.4
119	111.2	159	101.8	197		49.3	5	126.1	149	123.2	181		24.5
5	110.7	160	106.6	198		57.4	109	125.9	5	124.2	5		29.8
120	110.7	5	108.1	199		65.2	110	125.6	150	125.3	182		36.1
5	110.4	161	109.9	200		72.9	111.5	124.6	5	126.1	5		42.1
121	109.9	5	111.2	201		80.7	113	122.5	151	126.9	183		48.7
5	109.1	162	112.3	202		87.2	115	119.7	5	127.7	5		55.7
122	108.5	5	113.1	203		93.4	117	115.2	152	128.5	184		61.0
123	106.6	163	113.8	204		99.4	118.5	110.8	5	129.0	185		73.1
124	104.3	5	114.5	205		103.9	120	106.1	153	129.4	186		83.3
125	101.8	164	114.5	206		108.0	121	101.2	5	129.8	187		91.4
126.5	98.9	5	114.3	5		109.6	122	94.7	154	129.9	188		98.6
128	95.9	165	114.1	207		110.7	123	89.2	5	129.8	189.5		106.8
130	87.8	5	113.7	5		111.9	124	82.3	155	129.7	191		113.0
131.5	79.8	166	113.6	208		112.2	5	78.5	5	129.7	193		119.5
132.5	73.9	167	111.5	5		112.9	125	74.2	156	129.8	195		124.1
133.5	68.4	168	109.8	209		113.1	5	69.5	5	129.4	196		125.8
134	65.7	5	108.5	5		113.0	126	61.7	157	129.1	197		127.5
135	60.2	169	107.3	210		112.6	5	54.6	5	128.5	198		128.1
136	54.3	170	104.4				127	47.3	158	127.4	199		128.5
137	48.9	171	101.8				5	39.9	159	126.3	5		128.6
138	43.6	5	100.4				128	33.8	160	124.8	200		128.3
139.5	34.8	172	99.6				5	27.6	161	122.3	201.5		127.7
140.5	29.3	173	97.7				129	22.5	162	120.2	202		127.4
142	19.5	174	94.6				130	14.7	163	117.9	204		124.6
143	13.2	175	90.1				5	10.8	164	115.2	206		120.0
144	6.1	176	85.6				131.5	4.4	165	112.2	208.		115.8
145	— 0.9	177	80.0				132.5	2.4	166	108.2	210		109.6

11. a. b.
Curve: **A. 5.**
Datum:
23. IV. 04.
8^{36}—10^{53} V.

Temperatur: 21,7 Grad.
Plattenabstand:
3,5 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1796
Stromdichte (gem.)
0,0243
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 21,0 Grad.
Spannungskonstante: 0.02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (21)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	374	226	600	60	0,1304	0.1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		158	— 9.2	192	60.9				145	+ 0.9	5	77.0	191.5	+ 1.9
		5	13.4	193	57.1				5	— 3.3	182	74.0	192	8.5
125	80.4	159	16.8	194	52.8				146	— 7.1	5	70.4	5	13.9
5	82.8	160	25.1	195	48.8				5	11.6	183	67.2	193	20.6
126	84.2	161	32.8	196	44.2				147	15.8	5	63.8	5	28.1
5	87.1	5	36.6	197	38.5				5	20.4	184	60.4	194	35.1
127	88.7	162	40.0	198	32.1				148	26.1	5	56.5	5	43.1
5	90.2	163	46.0	198.5	28.5				5	31.6	185	52.9	195	50.9
128	91.9	164	52.8	199	25.3				149	37.6	5	49.1	5	59.6
5	93.4	165	58.5	5	21.4				5	44.8	186	45.7	196	67.2
129	94.2	166	63.7	200	17.4		+		150	51.8	5	41.7	5	75.6
5	95.1	167	68.3	5	13.1		115	130.1	5	58.9	187	37.9	197	82.2
130	96.3	168	72.9	201	9.1		116	131.3	151	66.8	5	33.8	5	88.3
5	97.0	169	77.7	5	4.8		117	131.8	5	74.8	188	29.5	198	94.8
131	97.6	170	81.7	202	0.0		118	132.1	152	81.7	5	24.9	5	99.6
5	98.2	171	85.4	202.5		+ 3.1	119	131.4	5	89.3	189	20.5	199	104.5
132	98.7	172	89.2	203		7.3	120	130.4	153	95.3	5	16.1	5	108.6
5	98.8	5	91.1	5		11.3	121	129.8	5	100.1	190	11.5	200	112.2
133	98.4	173	92.4	204		15.8	122	128.1	154	105.5	5	7.5	5	115.1
5	98.1	5	93.8	5		19.6	123	126.1	5	109.4	191	2.9	201	118.3
134	97.7	174	95.1	205		23.1	124	124.2	155	113.1			202	123.4
5	97.1	5	96.1	5		27.1	125	122.5	156	118.5			203	126.9
135	96.6	175	96.9	206		30.8	126	121.4	157	122.9			204	128.8
5	95.8	5	97.7	207		38.0	127	118.1	158	126.1			205	130.2
136	95.1	176	98.1	208		44.4	128	116.2	159	128.2			206	131.6
5	94.1	5	98.8	209		50.6	129	113.5	160	130.0			207	132.2
137	92.9	177	99.0	210		56.1	130	110.7	161	130.8			208	132.3
5	91.7	5	99.3	211		61.7	131	107.2	162	131.5			209	132.0
138	90.3	178	99.3	212		67.3	132	103.1	163	131.3			210	131.1
5	89.2	5	99.1	213		72.2	133	98.3	164	131.1			211	130.2
139	88.5	179	98.8	214		76.9	134	92.6	165	130.2			212	129.3
140	84.9	5	98.3	215		80.5	135	86.9	166	128.8			213	127.7
141	81.8	180	97.7	216		84.7	136	79.8	167	127.7			214	125.9
142	79.1	5	96.9	217		88.6	5	76.8	168	125.7			215	124.1
143	76.0	181	95.9	218		91.2	137	73.2	169	123.8				
144	72.7	5	94.7	219		93.6	5	69.4	170	122.1				
145	69.1	182	93.3	220		95.6	138	66.1	171	120.4				
146	64.8	5	92.0	221		97.2	5	61.7	172	118.1				
147	60.3	183	90.9				139	58.0	173	115.9				
148	55.9	5	89.2				5	52.1	174	113.1				
149	51.3	184	87.9				140	47.6	175	110.3				
150	46.3	5	86.1				5	42.9	176	106.2				
151	41.9	185	84.7				141	38.0	177	102.2				
152	36.3	5	82.8				5	33.4	178	96.3				
153	30.0	186	81.4				142	27.8	5	94.7				
154	23.1	187	78.6				5	23.1	179	92.2				
5	19.7	188	75.3				143	17.8	5	89.3				
155	15.6	189	72.0				5	12.6	180	86.8				
156	7.8	190	68.6				144	8.9	5	83.7				
157	— 0.5	191	64.8				5	3.9	181	80.5				

12. a. b.
Curve: **A. 6.**
Datum:
24. IV. 04.
9^{35} V—5^{00} N.

Temperatur: 20,9 Grad.
Plattenabstand: 1 mm.
Spec. Gew. d. Säure: 1,180
Stromdichte (gem.) 0.0238 Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers: 750 pr. Min.
Raumtemperatur: 20 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (20)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	224,9	600	60	0,1304	0.1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
	L														
105	+36.2	130	70.2	155	70.6	180	50.8	205	91.5			133	−6.4	170	72.5
5	40.8	5	68.1	5	74.0	5	48.1	206	94.1			5	10.7	5	69.2
106	44.0	131	66.1	156	76.8	181	45.9	207	95.9			134	16.7	171	65.9
5	47.7	5	63.8	5	79.7	5	43.5	208	96.9			5	23.5	5	62.7
107	51.3	132	61.8	157	82.2	182	41.7	209	97.0		L +	135	28.0	172	58.5
5	55.1	5	59.6	5	84.8	5	39.2	210	97.5	105	+126.1	5	33.7	5	55.3
108	58.1	133	57.4	158	87.5	183	37.3	211	96.4	5	126.1	136	40.1	173	51.8
5	62.0	5	55.2	5	90.1	5	35.3	5	95.5	106	126.3	5	47.9	5	48.0
109	65.3	134	53.1	159	91.8	184	33.1	212	94.8	107	125.8	137	51.2	174	43.9
5	68.4	5	50.6	5	92.9	5	30.8	5	93.6	5	125.6	5	57.6	5	39.9
110	71.5	135	48.4	160	95.0	185	28.4	213	92.5	108	125.4	138	64.9	175	35.9
5	74.8	5	46.2	5	96.4	5	25.7	5	91.3	5	125.1	5	71.8	5	31.7
111	77.7	136	44.1	161	97.2	186	22.8	214	90.3	109	124.6	139	78.5	176	26.9
5	80.4	5	42.1	5	98.4	5	20.6	5	88.8	110	122.9	5	84.4	5	22.2
112	82.7	137	40.1	162	98.9	187	17.8	215	87.5	111	120.5	140	90.0	177	18.2
5	85.1	5	37.7	5	99.5	5	14.4	5	86.9	112	118.9	5	95.5	5	12.8
113	87.4	138	35.4	163	99.5	188	11.5	216	85.4	113	116.8	141	99.6	178	8.8
5	89.7	5	32.8	5	99.7	5	9.5	5	83.3	114	115.1	5	103.4	5	4.0
114	91.1	139	30.6	164	99.5	189	6.2	217	81.6	115	112.8	142	106.1	179	+1.0
5	92.7	5	27.9	5	99.3	5	3.8	218	78.2	116	110.1	5	109.0	5	6.3
115	94.2	140	25.1	165	98.9	190	1.0	219	75.1	117	106.6	143	112.2	180	11.1
5	95.9	5	22.4	5	98.2	5	+2.8	220	71.2	118	102.5	144	117.1	5	18.1
116	96.8	141	19.8	166	97.6	191	5.7	221	67.2	119	97.9	145	120.7	181	24.2
5	97.3	5	17.2	5	96.9	5	8.9	222	63.2	5	95.3	146	123.2	5	30.5
117	98.1	142	14.1	167	96.3	192	12.1	223	59.0	120	93.1	147	125.1	182	36.5
5	98.7	5	11.2	5	95.5	5	15.7	224	54.8	5	90.0	148	127.2		
118	99.1	143	8.7	168	94.1	193	18.3	225	50.3	121	87.1	149	128.2		
5	99.2	5	5.4	5	92.9	5	22.0			5	83.5	150	129.1		
119	98.9	144	+ 2.1	169	92.1	194	25.4			122	80.8	151	129.7		
5	98.7	5	— 1.5	5	90.8	5	29.3			5	77.8	152	129.2		
120	98.4	145	— 4.1	170	89.5	195	32.4			123	74.9	153	128.2		
5	97.6	5	7.2	5	87.8	5	36.1			5	71.6	154	127.3		
121	97.4	146	10.5	171	86.3	196	39.2			124	68.5	155	126.4		
5	96.5	5	14.1	5	84.6	5	42.7			5	65.3	156	124.2		
122	95.7	147	17.0	172	82.9	197	46.5			125	62.3	157	122.1		
5	94.6	5	20.6	5	81.4	5	50.3			5	59.1	158	120.4		
123	93.4	148	24.0	173	79.8	198	53.9			126	55.3	159	118.0		
5	92.2	5	27.5	5	77.7	5	56.8			5	51.8	160	115.9		
124	90.9	149	30.7	174	75.6	199	60.1			127	48.0	161	113.1		
5	89.5	5	33.8	5	73.8	5	63.8			5	44.2	162	110.3		
125	88.1	150	37.3	175	71.9	200	67.2			128	39.5	163	107.1		
5	86.4	5	41.2	5	70.6	5	70.5			5	35.8	164	103.3		
126	84.9	151	44.4	176	68.0	201	73.1			129	31.5	165	98.9		
5	83.0	5	48.3	5	65.9	5	75.2			5	26.8	166	94.1		
127	81.4	152	51.1	177	64.4	202	78.3			130	22.5	167	88.2		
5	79.7	5	54.9	5	61.9	5	80.7			5	17.3	5	85.6		
128	77.7	153	58.2	178	59.9	203	83.3			131	13.0	168	82.1		
5	76.0	5	61.6	5	57.2	5	85.7			5	8.2	5	79.1		
129	74.1	154	65.0	179	54.9	204	87.9			132	3.6	169	76.4		
5	72.2	5	68.3	5	52.4	5	89.9			5	— 1.2	5	75.3		

14. a. b.
Curve: **B. 1.**
Datum:
30. IV. 04.
10^{32}—12^{50} V.

Temperatur: 18,7 Grad.
Plattenabstand:
10 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,180
Stromdichte (gem.)
0,0233
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kondaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur; 78 Grad.
Spannungskonstante: 0.0254 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (18)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	377	223,2	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
105	+ 4.2	134	77.0	150	—6.3	185	52.9	195	+0.7	105	+45.0	139	+0.4	186	+ 2.0
5	7.4	5	75.0	151	10.4	186	47.7	196	5.9	106	49.3	140	—3.8	187	6.3
106	9.7	135	73.3	5	13.0	187	42.3	197	11.9	107	52.4	141	7.5	188	10.7
5	13.2	5	71.5	152	15.8	188	36.4	198	17.9	108	55.1	142	10.3	189	15.3
107	15.3	136	69.5	5	18.5	189	30.9	199	24.0	109	57.6	143	14.7	190	19.9
5	18.1	5	67.1	153	21.6	190	25.3	200	29.8	110	59.7	144	19.8	191	25.3
108	21.1	137	65.1	5	24.5	191	20.7	201	35.7	111	61.6	145	25.1	192	31.1
5	24.3	5	62.6	154	27.1	192	15.1	202	42.1	112	62.7	146	30.4	193	36.9
109	27.1	138	60.1	5	31.8	193	9.8	203	48.7	113	63.9	147	35.7	194	41.7
5	30.2	5	57.6	155	33.0	194	4.8	204	54.7	114	64.2	148	40.7	195	46.1
110	33.2	139	55.4	5	37.4			205	61.1	115	64.7	149	45.7	196	49.9
5	36.1	5	52.8	156	39.8			206	66.9	116	64.6	150	49.4	197	53.9
111	39.1	140	50.2	5	42.6			207	72.9	117	64.2	151	53.2	198	56.8
5	42.6	5	47.1	157	45.4			208	78.3	118	63.9	152	56.5	199	59.1
112	45.8	141	44.6	5	48.9			209	83.4	119	63.2	153	59.4	200	61.2
5	48.9	5	42.0	158	52.0			210	87.8	120	62.1	154	62.2	201	63.1
113	52.2	142	39.1	5	55.1			211	91.1	121	60.9	155	64.6	202	64.4
5	55.2	5	36.4	159	58.0			212	93.9	122	59.7	156	65.8	203	65.6
114	58.3	143	33.4	5	61.0			213	95.9	123	58.0	157	67.2	204	66.4
5	61.1	5	30.8	160	64.0			214	97.0	124	56.6	158	68.6	205	66.9
115	64.6	144	28.1	5	66.9			215	97.3	125	54.8	159	69.4	206	67.1
5	67.3	5	25.2	161	70.2			216	96.9	126	53.1	160	69.8	207	66.8
116	70.6	145	22.6	5	73.2			217	95.8	127	51.2	161	69.5	208	66.4
5	73.2	5	20.0	162	76.1			218	93.8	128	49.2	162	69.1	209	65.3
117	76.3	146	17.3	5	78.8			219	92.0	127	51.2	163	68.5	210	64.3
5	78.5	5	14.5	163	81.1			220	89.6	128	49.2	164	67.3	211	62.9
118	81.5	147	12.1	5	83.7			221	86.7	129	46.6	165	65.9	212	61.5
5	83.9	5	9.3	164	86.1			222	84.7	130	43.9	166	64.1	213	59.9
119	86.1	148	6.5	165	90.6			223	80.8	131	39.9	167	62.1	214	58.1
5	88.2	5	4.1	166	94.0			224	77.6	132	35.3	168	59.9	215	56.7
120	90.3	149	1.7	167	96.9			225	74.5	133	30.1	169	57.4	216	55.1
5	91.7	5	— 1.2	168	99.3			226	71.1	134	23.9	170	54.9	217	53.2
121	93.1			169	100.7			227	67.3	135	18.0	171	53.0	218	51.1
5	94.6			170	100.9			228	62.5	136	12.7	172	50.1	219	49.0
122	95.6			171	100.7			229	57.9	137	8.4	173	48.0	220	46.7
123	97.3			172	99.8			230	52.8	138	4.2	174	46.1	221	43.8
124	98.1			173	98.3							175	43.9	222	40.5
125	98.6			174	95.6							176	41.8	223	36.3
126	97.9			175	93.1							177	39.5	224	30.0
127	96.2			176	89.9							178	37.0	225	24.4
128	94.1			177	86.3							179	34.0	226	18.9
129	91.6			178	82.9							180	30.6	227	12.8
130	89.1			179	78.5							181	26.4	228	8.2
5	87.5			180	74.4							182	21.3	229	3.9
131	86.0			5	72.3							183	15.5	230	0.0
5	84.6			181	70.7							184	9.2	231	— 3.9
132	83.1			182	65.7							185	3.2		
5	81.4			183	61.6										
133	79.9			5	59.8										
5	78.2			184	57.6										

16. a. b.
Curve: **B. 2.**
Datum:
1. V. 04.
6^{00}—7^{15} N.

Temperatur: 18,7 Grad.
Plattenabstand:
10 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,180
Stromdichte (gem.)
0,0237
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 18 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (18)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	377	223,2	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		110	— 0.2	156	— 5.4	201	+ 3.2	103	+ 1.8	145	— 0.7	194	+ 7.7
		111	+ 5.3	157	11.1	202	8.9	104	10.0	146	6.4	195	12.9
		112	10.8	158	17.2	203	14.5	105	15.3	147	11.0	196	18.2
		113	17.0	159	22.8	204	20.4	106	21.5	148	14.8	197	24.3
		114	22.8	160	29.0	205	26.2	107	27.8	149	20.2	198	30.3
		115	28.5	161	35.3	206	32.5	108	33.9	150	26.2	199	36.9
		116	34.9	162	41.7	207	38.6	109	39.9	151	33.6	200	42.3
		117	41.1	163	48.0	208	45.2	110	45.1	152	40.2	201	47.3
		118	47.8	164	54.8	209	51.7	111	49.7	153	47.5	202	51.7
		119	53.7	165	61.1	210	57.5	112	53.7	154	53.3	203	55.9
		120	60.6	166	67.4	211	63.8	113	57.0	155	58.9	204	59.2
		121	66.9	167	73.6	212	70.1	114	60.2	156	63.3	205	62.1
		122	72.5	168	79.7	213	76.0	115	62.7	157	66.7	206	64.8
		123	78.5	169	85.2	214	81.2	116	65.1	158	70.4	207	66.8
		124	83.7	170	90.3	215	85.9	117	66.8	159	73.1	208	68.6
		125	88.3	171	94.6	216	90.1	118	68.4	160	76.4	209	69.8
		126	92.1	172	97.8	217	93.5	119	69.4	161	79.5	210	70.9
		127	95.0	173	100.4	218	96.4	120	70.2	162	81.2	211	71.7
		128	97.0	174	102.6	219	97.8	121	70.7	163	83.4	212	71.8
		129	98.7	175	103.2	220	98.9	122	70.6	164	83.9	213	71.6
		130	99.2	176	103.5	221	98.9	123	70.5	165	85.1	214	71.2
		131	99.2	177	102.8	222	98.2	124	69.8	166	85.8	215	70.5
		132	98.5	178	101.4	223	96.9	125	68.9	167	85.7	216	69.4
		133	97.3	179	99.5	224	94.9	126	67.7	168	85.5	217	68.1
		134	94.9	180	96.9	225	93.0	127	66.3	169	84.1	218	66.7
		135	91.9	181	93.7			128	64.7	170	82.6	219	64.7
		136	89.1	182	90.3			129	63.1	171	80.7	220	62.9
		137	86.0	183	86.8			130	61.4	172	77.7	221	61.1
		138	82.8	184	82.7			131	59.6	173	75.6	222	59.2
		139	79.5	185	78.8			132	57.7	174	72.9	223	57.2
		140	76.1	186	74.2			133	56.1	175	71.2	224	55.3
		141	72.7	187	69.6			134	53.9	176	68.3	225	53.6
		142	68.5	188	65.2			135	51.9	177	65.6		
		143	64.4	189	60.7			136	49.2	178	62.8		
		144	59.9	190	55.7			137	46.0	179	59.9		
		145	54.9	191	51.2			138	42.5	180	57.3		
		146	49.8	192	46.4			139	38.0	181	55.0		
		147	44.0	193	40.6			140	32.3	182	52.8		
		148	38.3	194	35.6			141	25.4	183	50.7		
		149	32.8	195	29.9			142	17.2	184	47.5		
		150	27.4	196	24.3			143	10.4	185	44.1		
		151	22.4	197	18.7			144	4.2	186	41.3		
		152	16.8	198	13.1			145	— 0.7	187	37.5		
	L	153	11.5	199	7.8					188	33.1		
105	— 27.8	154	5.7	200	2.7					189	27.3		
106	22.2	155	0.7							190	20.3		
107	16.5									191	13.2		
108	11.2	.								192	5.8		
109	5.8									193	+ 1.8		

17. a. b.
Curve: **B. 3.**
Datum:
1. V. 04.
7^{49}—8^{56} N.

Temperatur: 18,2 Grad.
Plattenabstand:
3 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1.181
Stromdichte (gem.)
0,0236
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 17 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (17)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	378	222,4	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		111	+ 5.2	156	— 4.4	201	+ 2.1			144	+ 0.9	193	+ 3.3
		112	10.9	157	10.3	202	7.8			145	— 3.7	194	8.9
		113	16.3	158	15.9	203	13.6			146	7.3	195	14.1
		114	22.4	159	21.9	204	19.4			147	12.9	196	19.9
		115	28.2	160	27.9	205	25.3			148	17.3	197	25.7
		116	34.3	161	33.9	206	31.3			149	22.0	198	31.3
		117	41.3	162	40.1	207	37.8			150	27.3	199	37.4
		118	46.7	163	46.4	208	43.9			151	34.3	200	43.1
		119	53.1	164	52.7	209	50.6			152	41.9	201	47.8
		120	59.0	165	59.7	210	57.0			153	48.9	202	52.1
		121	65.5	166	66.9	211	63.2			154	55.4	203	55.8
		122	72.0	167	73.3	212	69.2	105	+16.0	155	60.6	204	59.9
		123	77.4	168	79.6	213	75.1	106	22.2	156	65.2	205	61.9
		124	82.5	169	84.7	214	80.7	107	27.8	157	69.2	206	64.3
		125	87.0	170	89.4	215	85.3	108	34.4	158	73.2	207	66.1
		126	91.2	171	93.9	216	90.1	109	39.8	159	75.6	208	68.1
		127	94.6	172	97.4	217	93.2	110	44.8	160	78.9	209	69.1
		128	96.8	173	100.1	218	96.0	111	49.4	161	81.1	210	69.8
		129	98.2	174	102.3	219	97.9	112	53.6	162	81.5	211	70.1
		130	98.7	175	103.1	220	98.5	113	56.8	163	83.9	212	70.2
		131	98.4	176	103.0	221	98.8	114	59.7	164	84.5	213	69.7
		132	97.4	177	102.4	222	98.1	115	61.8	165	85.5	214	68.9
		133	95.9	178	101.0	223	96.7	116	63.9	166	85.7	215	68.1
		134	93.9	179	99.1	224	94.7	117	65.3	167	83.8	216	66.5
		135	91.3	180	96.4	225	92.3	118	66.7	168	82.7	217	65.1
		136	89.1	181	93.9			119	67.6	169	82.3	218	63.3
		137	85.7	182	90.5			120	68.1	170	80.7	219	61.5
		138	82.5	183	86.9			121	68.5	171	78.2	220	59.5
		139	78.8	184	83.0			122	68.8	172	75.9	221	57.3
		140	75.6	185	78.9			123	68.4	173	72.4	222	55.7
		141	72.3	186	74.8			124	67.3	174	69.7	223	53.7
		142	68.5	187	69.9			125	65.9	175	66.9	224	51.9
		143	64.7	188	65.6			126	64.3	176	63.9	225	49.9
		144	59.9	189	60.9			127	62.9	177	61.8		
		145	55.1	190	56.3			128	61.2	178	58.7		
		146	49.7	191	51.9			129	59.3	179	55.3		
		147	44.3	192	46.9			130	57.6	180	53.4		
		148	38.7	193	41.8			131	56.1	181	50.9		
		149	32.8	194	36.0			132	54.1	182	48.8		
		150	27.8	195	30.5			133	52.2	183	45.7		
		151	22.3	196	24.8			134	50.4	184	43.2		
		152	17.0	197	19.4			135	48.1	185	40.9		
		153	11.9	198	13.9			136	45.5	186	38.3		
		154	6.5	199	8.7			137	41.9	187	34.5		
105	— 27.2	155	0.9	200	3.2			138	38.0	188	29.3		
106	21.7							139	33.3	189	23.9		
107	16.2							140	27.3	190	17.9		
108	11.2							141	20.3	191	11.0		
109	5.7							142	12.7	192	3.9		
110	0.4							143	6.7				

18 a. b.
Curve: **B. 4.**
Datum:
5. V. 04.
10^{30}—11^{55} V.

Temperatur: 19,8 Grad.
Plattenabstand:
2 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,182
Stromdichte (gem.)
0,0231
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kondaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (19,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_i	C
300	100	375	224,6	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		112	+ 1.8	157	— 1.9	202	—0.9	104	+ 4.2	147	— 1.8	194	5.8
		113	6.8	158	7.3	203	+4.1	105	+ 9.8	148	5.7	195	9.2
		114	12.4	159	12.8	204	9.8	106	13.5	149	8.4	196	13.4
		115	18.1	160	18.8	205	15.4	107	17.6	150	13.0	197	17.3
		116	23.9	161	24.2	206	21.4	108	22.1	151	17.2	198	21.9
		117	29.7	162	29.9	207	27.5	109	27.0	152	21.7	199	26.1
		118	35.9	163	35.9	208	33.1	110	32.1	153	26.7	200	31.1
		119	42.0	164	42.1	209	39.3	111	37.1	154	31.8	201	36.2
		120	48.0	165	48.5	210	45.4	112	41.9	155	36.5	202	40.8
		121	54.2	166	54.8	211	51.1	113	45.3	156	41.3	203	45.0
		122	60.1	167	61.0	212	57.8	114	49.3	157	45.9	204	49.1
		123	66.2	168	67.1	213	63.4	115	52.7	158	50.1	205	52.9
		124	71.7	169	72.9	214	69.3	116	55.3	159	53.7	206	55.9
		125	77.7	170	78.5	215	74.8	117	58.0	160	56.8	207	58.8
		126	82.2	171	83.1	216	80.1	118	59.9	161	59.3	208	61.4
		127	86.4	172	87.6	217	84.5	119	61.5	162	61.7	209	63.1
		128	90.6	173	91.6	218	88.2	120	62.9	163	63.7	210	64.7
		129	93.1	174	94.7	219	91.7	121	64.1	164	65.4	211	65.5
		130	95.0	175	97.3	220	94.3	122	64.9	165	66.7	212	66.2
		131	96.0	176	98.9	221	95.6	123	65.2	166	67.7	213	66.9
		132	97.1	177	99.8	222	95.9	124	65.1	167	68.4	214	66.8
		133	96.7	178	99.7	223	95.8	125	64.7	168	68.2	215	66.7
		134	96.0	179	99.0	224	95.2	126	63.7	169	68.1	216	66.1
		135	94.1	180	97.5	225	94.1	127	62.3	170	67.7	217	65.1
		136	91.4	181	95.5	226	92.3	128	60.6	171	66.9	218	63.8
		137	88.8	182	93.1	227	90.0	129	58.5	172	65.4	219	62.0
		138	86.0	183	90.4	228	86.7	130	56.2	173	63.8	220	59.9
		139	82.4	184	86.9	229	83.6	131	54.2	174	61.9	221	56.5
		140	79.1	185	83.9	230	80.3	132	52.2	175	59.5	222	54.2
		141	75.9	186	80.4	231	76.4	133	50.0	176	56.7	223	52.3
		142	71.7	187	75.9	232	72.7	134	47.8	177	53.8	224	49.8
		143	68.0	188	71.8	233	68.4	135	45.9	178	50.9	225	47.5
		144	63.9	189	67.6	234	64.8	136	44.0	179	48.4	226	45.2
		145	60.6	190	62.8	235	60.8	137	42.0	180	46.2	227	43.4
		146	56.4	191	59.6			138	40.0	181	44.0	228	41.8
		147	51.4	192	54.9			139	37.7	182	41.9	229	39.6
		148	46.3	193	49.9			140	34.6	183	40.1	230	36.9
		149	40.4	194	44.7			141	30.9	184	37.8	231	34.3
		150	35.5	195	39.0			142	26.3	185	35.4	232	31.2
		151	29.9	196	33.3			143	20.9	186	32.9	233	26.9
		152	24.3	197	27.8			144	14.1	187	29.9	234	21.8
		153	19.1	198	22.1			145	8.7	188	26.1	235	16.1
		154	13.7	199	16.7			146	2.7	189	21.8	236	8.9
105	— 35.9	155	8.3	200	11.6					190	16.7	237	3.4
106	30.4	156	3.5	201	6.2					191	10.8	238	— 0.8
107	24.9									192	4.6	239	5.1
108	19.1									193	+ 0.9	240	9.2
109	13.8												
110	8.7												
111	3.4												

19. a. b.
Curve: **B. 5.**
Datum:
5. V. 04.
12^{55}—6^{04} N.

Temperatur: 20,1 Grad.
Plattenabstand:
1 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,180
Stromdichte (gem.)
0,0234
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19, 5 Grad.
Spannungskonstante: 0,0254 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (19,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_t	C
300	100	375	224,6	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		112	+ 0.7	157	— 2.7	202	— 0.3	103 x	2.2	147	— 1.9	192	— 2.8
		113	6.1	158	8.1	203	+ 4.9	104 x	6.4	148	5.3	193	+ 2.2
		114	11.8	159	13.8	204	10.4	105	9.8	149	8.9	194	6.4
		115	17.4	160	19.3	205	16.3	106	13.3	150	12.1	195	10.3
		116	23.1	161	25.4	206	22.5	107	17.8	151	15.9	196	13.9
		117	29.1	162	31.5	207	29.1	108	21.2	152	20.1	197	18.1
		118	35.4	163	37.7	208	34.5	109	25.7	153	24.9	198	22.0
		119	41.6	164	44.0	209	40.2	110	30.0	154	29.7	199	26.1
		120	47.6	165	50.2	210	46.4	111	34.2	155	34.8	200	30.9
		121	54.1	166	56.5	211	53.1	112	38.6	156	39.3	201	35.4
		122	60.7	167	63.2	212	59.3	113	42.3	157	43.2	202	39.9
		123	66.7	168	69.1	213	65.6	114	46.0	158	46.9	203	43.4
		124	72.3	169	75.2	214	71.8	115	49.1	159	50.2	204	47.0
		125	77.1	170	79.8	215	77.0	116	51.5	160	52.9	205	50.0
		126	82.8	171	85.1	216	83.0	117	53.8	161	55.4	206	52.7
		127	87.5	172	89.4	217	87.8	118	55.5	162	57.7	207	54.8
		128	91.2	173	93.3	218	91.8	119	57.1	163	59.2	208	56.8
		129	94.2	174	96.6	219	94.4	120	58.3	164	60.8	209	58.6
		130	97.0	175	98.8	220	96.6	121	59.3	165	61.8	210	59.8
		131	97.6	176	100.2	221	97.4	122	59.9	166	62.5	211	60.7
		132	97.7	177	101.3	222	97.8	123	60.0	167	63.1	212	61.3
		133	97.1	178	101.8	223	97.6	124	59.8	168	63.3	213	61.7
		134	95.8	179	100.2	224	97.1	125	58.9	169	63.1	214	61.4
		135	94.1	180	98.8	225	95.4	126	57.9	170	62.7	215	61.0
		136	91.8	181	97.0	226	93.8	127	56.7	171	61.8	216	60.3
		137	89.3	182	94.1	227	90.7	128	54.9	172	60.3	217	58.8
		138	86.5	183	91.5	228	87.7	129	52.9	173	58.8	218	57.3
		139	83.0	184	88.2	229	84.0	130	51.3	174	56.8	219	55.4
		140	79.6	185	84.7	230	80.4	131	49.0	175	54.6	220	53.2
		141	75.9	186	81.1	231	76.5	132	46.9	176	52.1	221	51.2
		142	72.4	187	77.0	232	72.4	133	44.8	177	49.7	222	48.9
		143	68.5	188	72.6	233	69.0	134	43.0	178	46.6	223	46.3
		144	65.1	189	68.4	234	64.7	135	41.1	179	44.3	224	44.3
		145	61.3	190	64.1	235	60.3	136	39.5	180	41.9	225	42.7
		146	56.5	191	59.9			137	37.5	181	39.9	226	40.7
		147	51.3	192	55.4			138	36.0	182	38.0	227	39.1
		148	46.1	193	49.9			139	33.8	183	36.2	228	37.1
		149	40.7	194	44.8			140	31.1	184	33.9	229	35.1
		150	34.9	195	39.7			141	27.8	185	32.2	230	33.1
		151	29.5	196	33.3			142	23.5	186	29.9	231	30.2
		152	23.9	197	27.7			143	18.7	187	27.1	232	27.0
		153	18.9	198	21.3			144	13.0	188	23.3	233	23.2
		154	13.8	199	16.6			145	7.2	189	19.4	234	18.2
105	— 36.9	155	8.4	200	10.7			146	2.3	190	14.2	235	11.8
106	31.7	156	3.1	201	5.3			147	— 1.9	191	8.6	236	6.4
107	25.9											237	1.5
108	20.3											238	— 2.5
109	15.3												
110	9.9												
111	4.7												

20. a. b.
Curve: **B. 6.**
Datum:
6. V. 04.
9^{30}—10^{30} V.

Temperatur: 20,8 Grad.
Plattenabstand:
3,5 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,179
Stromdichte (gem.)
0,0227
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 20 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (20)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	225,0	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		111	— 0.9	156	— 2.9	201	+ 1.7			103	+3.5	145	—0.9	192	+2.9
		112	+ 4.0	157	8.0	202	6.9			104	7.3	146	3.9	193	6.7
		113	9.3	158	13.9	203	12.6			105	10.9	147	5.9	194	10.0
		114	14.8	159	18.3	204	18.3			106	14.1	148	9.4	195	13.2
		115	20.4	160	23.8	205	24.1			107	17.4	149	12.6	196	17.9
		116	26.3	161	29.9	206	29.9			108	21.3	150	16.2	197	21.2
		117	32.1	162	36.2	207	36.2			109	25.7	151	19.5	198	25.8
		118	38.8	163	42.3	208	42.1			110	29.5	152	23.2	199	30.2
		119	45.1	164	48.4	209	48.3			111	33.9	153	27.8	200	34.4
		120	51.3	165	54.5	210	54.7			112	37.8	154	31.9	201	38.5
		121	57.6	166	60.8	211	60.7			113	41.1	155	36.4	202	42.3
		122	64.1	167	67.1	212	66.7			114	44.4	156	40.1	203	45.2
		123	69.9	168	73.2	213	72.2			115	47.0	157	43.4	204	48.1
		124	75.2	169	78.1	214	77.8			116	49.3	158	46.5	205	50.9
		125	79.3	170	82.9	215	82.7			117	51.3	159	49.1	206	52.9
		126	84.1	171	86.9	216	86.7			118	53.1	160	51.1	207	55.3
		127	88.1	172	90.4	217	90.0			119	54.9	161	53.1	208	56.8
		128	91.5	173	93.7	218	92.5			120	56.1	162	55.3	209	57.9
		129	93.8	174	95.9	219	94.5			121	56.8	163	56.7	210	58.6
		130	95.3	175	97.6	220	95.6			122	57.4	164	57.9	211	59.1
		131	95.4	176	98.5	221	95.9			123	57.5	165	58.8	212	59.6
		132	95.2	177	98.3	222	95.3			124	57.1	166	59.3	213	59.8
		133	94.0	178	97.3					125	56.3	167	59.6	214	59.1
		134	92.1	179	95.8					126	55.3	168	59.7	215	58.1
		135	89.6	180	93.8					127	53.9	169	59.6		
		136	86.8	181	90.6					128	52.3	170	58.7		
		137	84.0	182	88.5					129	50.4	171	57.3		
		138	80.9	183	85.4					130	48.7	172	56.0		
		139	77.6	184	81.2					131	47.0	173	54.6		
		140	74.1	185	78.1					132	45.1	174	52.4		
		141	70.9	186	73.9					133	43.3	175	50.3		
		142	67.5	187	70.1					134	41.8	176	47.7		
		143	64.1	188	65.7					135	40.1	177	44.3		
		144	59.9	189	60.9					136	38.1	178	42.1		
		145	55.2	190	57.0					137	35.1	179	40.2		
		146	50.6	191	52.2					138	33.3	180	38.5		
		147	45.6	192	47.2					139	29.8	181	37.2		
		148	40.2	193	41.7					140	25.1	182	35.7		
		149	35.3	194	36.2					141	19.8	183	33.7		
		150	30.1	195	30.9					142	14.1	184	31.4		
		151	24.2	196	25.1					143	8.3	185	28.5		
		152	19.1	197	19.5					144	3.2	186	25.9		
		153	13.7	198	13.9					145	—0.9	187	21.9		
		154	8.2	199	9.1							188	17.4		
105	— 33.2	155	2.5	200	3.8							189	11.2		
106	27.2											190	6.1		
107	22.1											191	1.2		
108	16.6														
109	11.4														
110	6.4							102	—0.1						

22. a. b.
Curve: **B. 7.**
Datum:
7. V. 04.
9^{10}—11^{00} V.

Temperatur: 20,7 Grad.
Plattenabstand: 35 mm.
Spec. Gew. d. Säure: 1,179
Stromdichte (gem.) 0,0226 Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers: 750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19 Grad.
Spannungskonstante: 0,0254 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (19)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	376	224,0	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
105	—26.5	110	+ 2.9	155	— 2.9	200	+ 0.6	105	+ 11.9	146	+ 2.2	193	+ 3.5
106	18.8	111	8.3	156	8.2	201	6.2	106	16.3	147	— 2.5	194	8.1
107	13.5	112	13.3	157	14.2	202	11.6	107	21.4	148	7.3	195	12.3
108	7.4	113	19.1	158	19.7	203	17.4	108	27.3	149	11.9	196	16.9
109	2.3	114	24.8	159	25.8	204	23.5	109	32.1	150	17.1	197	21.8
		115	30.4	160	31.5	205	29.2	110	36.9	151	22.3	198	27.4
		116	36.4	161	37.5	206	35.0	111	41.2	152	27.0	199	32.4
		117	42.1	162	44.2	207	40.7	112	45.4	153	32.7	200	37.2
		118	47.7	163	49.7	208	46.8	113	48.7	154	38.5	201	41.7
		119	53.2	164	55.9	209	53.3	114	52.2	155	42.9	202	45.9
		120	59.2	165	62.5	210	58.9	115	55.3	156	46.9	203	49.8
		121	65.3	166	67.8	211	65.3	116	57.6	157	51.1	204	53.3
		122	71.3	167	73.4	212	71.2	117	59.7	158	54.5	205	56.3
		123	76.7	168	78.3	213	76.1	118	62.1	159	57.8	206	59.2
		124	81.8	169	83.9	214	81.0	119	64.1	160	60.5	207	61.6
		125	86.5	170	88.2	215	84.9	120	65.5	161	63.2	208	63.5
		126	89.2	171	91.5	216	88.9	121	67.0	162	65.5	209	65.7
		127	92.4	172	94.5	217	91.3	122	67.6	163	67.2	210	67.1
		128	94.1	173	96.7	218	93.3	123	67.9	164	68.8	211	68.3
		129	95.6	174	98.1	219	94.3	124	67.8	165	70.2	212	68.7
		130	95.8	175	98.7	220	94.8	125	67.3	166	71.2	213	69.5
		131	95.5	176	98.9	221	95.1	126	66.6	167	71.9	214	69.4
		132	93.8	177	97.5			127	65.4	168	72.3	215	69.0
		133	92.7	178	95.8			128	64.1	169	71.9	216	68.2
		134	91.4	179	94.5			129	62.7	170	71.3	217	67.5
		135	88.5	180	91.6			130	61.5	171	70.4	218	65.9
		136	85.3	181	88.5			131	59.9	172	68.8	219	64.5
		137	82.6	182	84.8			132	58.1	173	67.1	220	63.0
		138	78.8	183	81.5			133	56.3	174	65.2	221	61.5
		139	74.9	184	77.6			134	54.6	175	62.7		
		140	71.5	185	74.1			135	51.9	176	60.5		
		141	67.5	186	69.7			136	49.5	177	58.3		
		142	63.6	187	65.5			137	46.7	178	56.1		
		143	59.5	188	61.3			138	43.4	179	54.1		
		144	55.2	189	57.3			139	39.5	180	51.9		
		145	50.7	190	53.8			140	34.9	181	49.7		
		146	45.7	191	48.9			141	30.1	182	47.5		
		147	40.4	192	42.8			142	24.9	183	44.7		
		148	34.3	193	37.4			143	18.5	184	42.1		
		149	28.6	194	31.2			144	12.0	185	38.4		
		150	23.9	195	25.7			145	6.9	186	34.8		
		151	18.3	196	20.2					187	30.0		
		152	13.3	197	14.6					188	24.5		
		153	7.9	198	9.3					189	18.4		
		154	2.0	199	4.4					190	12.1		
										191	6.3		
										192	1.5		

23. a. b.
Curve: **B. 8.**
Datum:
7. V. 04.
11^{20}—12^{27} V.

Temperatur: 21,2 Grad.
Plattenabstand:
100 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1803
Stromdichte (gem.)
0,0230
Amp. / cm^2.
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (19,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	224,6	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		110	+ 0.1	155	— 1.1	200	0.9			104	+ 0.1	148	— 2.0	195	8.4
		111	5.3	156	6.5	201	+4.2			105	7.2	149	7.4	196	14.1
		112	10.5	157	12.1	202	10.2			106	13.3	150	12.9	197	20.1
		113	16.1	158	17.8	203	15.3			107	19.5	151	19.2	198	27.0
		114	21.5	159	23.2	204	21.1			108	26.5	152	26.1	199	32.6
		115	27.3	160	29.3	205	27.3			109	32.5	153	32.9	200	38.3
		116	33.1	161	34.9	206	33.4			110	38.1	154	38.1	201	43.8
		117	38.7	162	41.2	207	39.5			111	43.6	155	43.9	202	49.1
		118	44.9	163	47.2	208	45.4			112	48.8	156	49.8	203	53.1
		119	51.1	164	53.3	209	51.4			113	52.9	157	54.6	204	57.9
		120	57.7	165	59.5	210	57.6			114	57.1	158	58.9	205	61.7
		121	63.4	166	65.5	211	63.8			115	61.1	159	63.0	206	65.5
		122	69.7	167	72.7	212	69.8			116	64.8	160	66.5	207	69.1
		123	75.1	168	78.5	213	75.2			117	68.1	161	70.1	208	72.2
		124	79.5	169	83.3	214	80.7			118	71.5	162	73.2	209	75.1
		125	83.9	170	87.8	215	85.1			119	74.2	163	76.1	210	77.7
		126	88.2	171	91.6	216	89.6			120	76.6	164	78.8	211	80.2
		127	91.3	172	94.2	217	92.9			121	78.5	165	80.4	212	81.8
		128	93.7	173	96.8	218	95.2			122	80.3	166	82.4	213	83.1
		129	95.1	174	97.8	219	96.2			123	81.6	167	84.1	214	83.9
		130	95.9	175	98.7	220	96.5			124	82.3	168	85.1	215	84.3
		131	96.2	176	99.1	221	96.5			125	82.9	169	85.8	216	84.1
		132	95.6	177	98.8	222	95.6			126	82.7	170	85.8	217	83.5
		133	94.1	178	96.5					127	82.1	171	85.4		
		134	92.3	179	94.5					128	81.3	172	84.6		
		135	90.2	180	92.3					129	79.6	173	82.9		
		136	86.8	181	89.6					130	78.3	174	80.9		
		137	83.1	182	86.3					131	76.4	175	79.1		
		138	79.5	183	83.2					132	74.1	176	76.9		
		139	76.3	184	79.4					133	72.5	177	74.7		
		140	72.9	185	75.1					134	70.3	178	72.2		
		141	69.1	186	71.2					135	67.2	179	69.7		
		142	65.7	187	66.8					136	63.5	180	67.2		
		143	62.0	188	62.3					137	60.4	181	64.9		
		144	57.1	189	58.2					138	56.1	182	62.1		
		145	53.1	190	55.2					139	51.2	183	58.8		
		146	47.2	191	49.6					140	45.9	184	55.5		
		147	41.5	192	44.1					141	39.9	185	51.2		
		148	36.1	193	38.2					142	32.9	186	46.3		
		149	30.7	194	33.5					143	26.2	187	40.8		
		150	25.4	195	26.9					144	19.3	188	34.9		
		151	20.5	196	21.7					145	13.6	189	27.9		
		152	15.2	197	16.5					146	8.1	190	20.6		
		153	9.6	198	10.8					147	3.0	191	14.1		
104	—33.5	154	4.3	199	5.5					148	— 2.0	192	7.5		
105	28.3											193	1.9		
106	22.7											194	+ 2.9		
107	16.6														
108	10.7														
109	5.3							103	— 4.9						

24. a. b.
Curve: **B. 9.**
Datum:
9. V. 04.
8^{30}—9^{22} V.

Temperatur: 20,4 Grad.
Plattenabstand:
150 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1805
Stromdichte (gem.)
0,0227
Amp. / cm ².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 18 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (18)	$R_g + R_6$	R_6	R_1	C
300	100	377	223,2	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		111	+ 0.9	155	+ 2.4	202	+4.1			107	+4.3	152	—3.8	197	+2.7
		112	6.4	156	— 3.0	203	9.3			108	8.3	153	9.3	198	7.2
		113	11.8	157	8.5	204	14.6			109	12.6	154	14.1	199	11.4
		114	17.4	158	13.9	205	20.1			110	16.6	155	19.1	200	15.8
		115	23.1	159	19.5	206	26.2			111	20.7	156	23.7	201	20.3
		116	29.0	160	24.9	207	31.7			112	25.0	157	28.3	202	24.8
		117	34.3	161	30.4	208	37.2			113	29.0	158	32.7	203	28.7
		118	40.3	162	36.4	209	43.6			114	32.7	159	36.7	204	33.3
		119	46.1	163	41.6	210	49.5			115	36.1	160	40.2	205	36.9
		120	52.1	164	47.7	211	55.2			116	39.7	161	44.0	206	40.8
		121	57.9	165	53.7	212	61.2			117	42.8	162	47.5	207	44.5
		122	63.8	166	59.5	213	67.2			118	46.2	163	50.6	208	48.1
		123	69.7	167	65.2	214	72.3			119	49.2	164	53.6	209	51.4
		124	74.7	168	70.7	215	77.3			120	51.8	165	56.5	210	54.2
		125	79.6	169	75.9	216	81.8			121	54.4	166	59.2	211	56.9
		126	83.9	170	80.7	217	86.2			122	57.1	167	61.9	212	59.6
		127	87.3	171	85.7	218	89.6			123	59.3	168	64.3	213	62.2
		128	90.3	172	89.5	219	92.3			124	61.1	169	66.1	214	64.1
		129	92.6	173	92.7	220	94.1			125	62.7	170	67.5	215	65.5
		130	94.1	174	95.1	221	95.2			126	63.9	171	68.6	216	66.7
		131	94.7	175	97.1	222	95.7			127	64.5	172	69.4	217	67.9
		132	94.8	176	97.9	223	95.3			128	64.9	173	69.8	218	68.5
		133	94.1	177	98.3	224	94.1			129	64.5	174	69.7	219	68.6
		134	93.0	178	97.6	225	92.6			130	64.1	175	69.2	220	68.5
		135	91.1	179	96.6					131	63.5	176	68.4	221	68.0
		136	89.4	180	94.9					132	62.3	177	67.2	222	67.1
		137	86.7	181	93.1					133	60.7	178	65.7	223	65.7
		138	83.8	182	90.6					134	59.0	179	63.9	224	63.8
		139	80.7	183	87.7					135	57.0	180	61.8	225	62.4
		140	77.1	184	84.3					136	54.6	181	60.1		
		141	73.0	185	81.1					137	52.2	182	57.8		
		142	69.1	186	77.3					138	49.5	183	55.4		
		143	65.2	187	73.4					139	47.2	184	52.9		
		144	60.4	188	69.4					140	44.2	185	50.2		
		145	55.7	189	64.9					141	41.1	186	47.1		
		146	50.8	190	60.5					142	37.5	187	43.5		
		147	45.8	191	55.8					143	33.9	188	39.7		
		148	40.3	192	50.6					144	30.3	189	35.6		
		149	34.8	193	45.8					145	26.6	190	30.7		
		150	29.3	194	40.7					146	22.9	191	26.0		
		151	24.1	195	35.3					147	19.1	192	20.3		
		152	18.4	196	29.3					148	14.7	193	15.2		
		153	13.3	197	24.1					149	10.4	194	10.6		
		154	7.5	198	18.1					150	5.8	195	5.9		
105	— 33.4	155	2.4	199	12.7					151	1.1	196	1.4		
106	27.4			200	7.1										
107	21.7			201	1.7										
108	15.7														
109	10.2							105	—4.1						
110	4.7							106	0.2						

26. a. b.
Curve: **B.10.**
Datum:
10. V. 04.
9^{10}—10^{15} V.

Temperatur: 22,5 Grad.
Plattenabstand:
180 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,179
Stromdichte (gem.)
0,0234
Amp. / cm ^{2}.
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 19,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_s	R_4	R_5	R_g (19,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	224,6	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		112	+ 5.0	157	— 4.9	202	+ 3.4			106	+ 0.2	151	— 3.9	196	1.5
		113	10.5	158	10.7	203	9.0			107	6.0	152	10.6	197	+4.7
		114	16.1	159	16.2	204	14.5			108	12.1	153	16.9	198	10.8
		115	21.9	160	21.9	205	20.3			109	18.1	154	23.5	199	17.1
		116	27.5	161	27.7	206	26.2			110	24.0	155	29.3	200	23.4
		117	33.4	162	33.7	207	32.3			111	30.7	156	35.7	201	29.4
		118	39.8	163	39.7	208	37.9			112	36.3	157	41.5	202	35.2
		119	45.9	164	45.7	209	44.1			113	42.0	158	47.8	203	41.2
		120	51.7	165	51.5	210	49.9			114	47.3	159	51.8	204	46.7
		121	57.9	166	57.7	211	56.0			115	52.1	160	57.6	205	51.8
		122	64.2	167	64.3	212	62.7			116	57.1	161	61.3	206	56.7
		123	69.7	168	69.8	213	68.7			117	61.7	162	65.8	207	61.3
		124	75.1	169	75.7	214	74.3			118	65.6	163	69.8	208	65.7
		125	80.4	170	81.0	215	79.8			119	69.5	164	73.3	209	69.7
		126	85.3	171	85.7	216	84.2			120	73.1	165	77.0	210	73.6
		127	89.1	172	89.9	217	88.2			121	76.8	166	79.9	211	77.1
		128	92.6	173	93.6	218	91.8			122	79.7	167	82.7	212	80.3
		129	95.3	174	96.5	219	94.5			123	82.1	168	85.1	213	83.1
		130	96.9	175	98.2	220	96.3			124	84.3	169	87.3	214	85.7
		131	97.5	176	99.7	221	97.2			125	86.2	170	88.7	215	87.4
		132	97.4	177	100.3	222	97.4			126	87.2	171	89.7	216	88.6
		133	97.0	178	99.9	223	97.1			127	88.1	172	89.9	217	89.2
		134	95.7	179	98.7					128	88.2	173	89.8	218	89.8
		135	93.7	180	97.1					129	88.2	174	89.2	219	89.5
		136	91.9	181	94.9					130	87.1	175	87.7	220	88.8
		137	88.8	182	92.4					131	85.9	176	86.4	221	87.4
		138	85.9	183	89.3					132	84.6	177	84.4	222	85.7
		139	82.7	184	86.0					133	82.7	178	82.3	223	84.0
		140	79.2	185	82.5					134	80.1	179	80.0		
		141	75.2	186	78.5					135	78.1	180	78.0		
		142	71.4	187	74.3					136	75.6	181	75.3		
		143	67.5	188	69.9					137	72.7	182	72.3		
		144	63.8	189	65.8					138	69.7	183	69.2		
		145	59.4	190	61.2					139	66.7	184	66.1		
		146	54.8	191	56.5					140	62.7	185	62.8		
		147	50.1	192	51.6					141	57.8	186	59.1		
		148	44.7	193	46.5					142	53.1	187	55.2		
		149	38.8	194	41.3					143	47.5	188	50.6		
		150	33.4	195	35.9					144	40.7	189	45.4		
		151	27.7	196	29.9					145	33.3	190	39.9		
		152	22.3	197	24.0					146	26.1	191	34.1		
		153	16.8	198	18.1					147	19.8	192	27.5		
		154	11.2	199	12.7					148	13.8	193	20.1		
105	— 33.8	155	5.9	200	7.3					149	7.9	194	13.7		
106	27.8	156	0.3	201	1.9					150	2.2	195	7.2		
107	22.2														
108	16.4														
109	10.7														
110	5.8														
111	0.4							105	—6.1						

27. a. b.
Curve: **B. 11.**
Datum:
11. V. 04.
8^{55}—12^{35} N.

Temperatur: 20,3 Grad.
Plattenabstand:
1,0 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,180
Stromdichte (gem.)
0,0229
Amp. / cm ².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 20 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (20)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	225,0	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i
	L
105	— 32.2
106	25.9
107	20.3
108	14.7
109	9.4
110	4.4

E. d. C.	i
111	+ 0.9
112	6.1
113	11.7
114	16.5
115	22.6
116	28.0
117	32.9
118	39.0
119	45.7
120	51.7
121	57.4
122	63.1
123	68.9
124	74.1
125	79.3
126	84.9
127	88.9
128	91.8
129	93.7
130	94.7
131	95.3
132	95.0
133	94.4
134	93.1
135	90.9
136	88.6
137	85.9
138	83.2
139	80.1
140	76.4
141	72.8
142	68.9
143	65.2
144	61.3
145	56.7
146	51.6
147	46.5
148	41.2
149	35.3
150	30.0
151	24.5
152	19.1
153	13.4
154	8.2
155	2.8

E. d. C.	i
156	— 2.7
157	8.6
158	14.3
159	19.9
160	25.4
161	31.4
162	37.3
163	43.1
164	50.2
165	55.8
166	62.1
167	68.5
168	74.1
169	78.9
170	83.9
171	88.3
172	91.9
173	95.3
174	97.9
175	98.7
176	99.5
177	99.5
178	98.6
179	97.1
180	94.9
181	92.6
182	89.6
183	86.5
184	83.0
185	79.2
186	75.3
187	70.9
188	66.4
189	61.9
190	57.6
191	53.5
192	48.2
193	43.4
194	38.3
195	32.3
196	26.9
197	21.3
198	15.2
199	9.9
200	4.6

E. d. C.	i
201	+ 0.8
202	6.2
203	11.5
204	17.3
205	23.1
206	29.1
207	34.8
208	41.6
209	47.0
210	52.8
211	58.8
212	64.8
213	70.7
214	76.9
215	81.2
216	85.3
217	88.9
218	91.7
219	94.2
220	95.3
221	95.8
222	95.7
223	94.9

E. d. C.	e
102	— 3.5
103	+ 0.7
104	5.6
105	10.1
106	13.5
107	17.1
108	19.8
109	24.9
110	28.9
111	32.6
112	36.2
113	39.2
114	42.2
115	45.0
116	47.5
117	49.5
118	51.2
119	52.7
120	53.7
121	54.6
122	55.1
123	55.2
124	54.7
125	54.2
126	53.7
127	52.4
128	50.7
129	48.7
130	46.9
131	44.6
132	42.7
133	41.2
134	39.3
135	37.4
136	35.4
137	33.7
138	31.9
139	29.2
140	26.3
141	22.7
142	18.5
143	14.0
144	8.9
145	3.9

E. d. C.	e
146	— 0.4
147	4.1
148	7.8
149	11.2
150	14.5
151	17.8
152	21.9
153	25.9
154	30.3
155	34.1
156	37.5
157	40.9
158	44.3
159	47.1
160	49.7
161	51.5
162	53.2
163	54.7
164	56.3
165	56.9
166	57.5
167	57.9
168	57.7
169	57.5
170	56.8
171	55.7
172	54.1
173	52.3
174	50.6
175	47.4
176	45.7
177	43.1
178	40.8
179	38.4
180	36.5
181	34.7
182	32.7
183	30.9
184	28.7
185	26.6
186	23.9
187	20.9
188	17.4
189	13.9
190	8.6
191	4.1
192	+ 1.1

E. d. C.	e
193	+ 5.1
194	8.6
195	12.1
196	15.7
197	19.6
198	24.0
199	28.2
200	32.8
201	36.1
202	39.7
203	42.9
204	45.7
205	48.3
206	50.6
207	52.5
208	54.0
209	55.3
210	56.1
211	57.1
212	57.7
213	57.8
214	57.6
215	57.3
216	56.5
217	55.0
218	53.5
219	51.6
220	49.3
221	47.1
222	44.5
223	42.4

28. a. b.
Curve: **B. 12.**
Datum:
14. V. 04.
10^{30}—12^{00}V.

Temperatur: 20,7 Grad.
Plattenabstand:
1,5 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1795.
Stromdichte (gem.)
0,0231
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 20,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,0254 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (20.5)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	375	225,2	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		112	+ 2.2	157	—3.2	202	+1.4			104	+0.8	149	—4.2	194	+0.6
		113	8.1	158	9.0	203	7.1			105	4.3	150	7.3	195	4.3
		114	13.5	159	14.3	204	12.2			106	8.1	151	10.3	196	7.8
		115	19.9	160	20.0	205	18.5			107	11.4	152	13.4	197	11.1
		116	24.7	161	25.4	206	24.1			108	14.7	153	16.7	198	14.7
		117	30.2	162	31.0	207	29.7			109	17.9	154	20.2	199	17.7
		118	35.1	163	37.0	208	35.4			110	21.2	155	23.4	200	21.0
		119	42.2	164	42.6	209	41.9			111	24.6	156	27.1	201	24.4
		120	47.9	165	48.8	210	47.8			112	27.8	157	30.9	202	27.6
		121	54.1	166	54.4	211	53.7			113	31.0	158	34.6	203	31.2
		122	60.2	167	60.6					114	33.7	159	37.5	204	34.3
		123	66.4	168	66.7					115	36.8	160	40.2	205	38.0
		124	72.7	169	72.4					116	39.3	161	42.6	206	40.1
		125	77.5	170	78.0					117	41.8	162	44.7	207	42.2
		126	82.4	171	83.3					118	43.7	163	46.8	208	44.2
		127	86.9	172	87.9					119	45.3	164	48.4	209	46.4
		128	90.4	173	92.2					120	47.4	165	49.9	210	47.8
		129	93.2	174	95.2					121	48.1	166	50.9	211	49.3
		130	95.1	175	98.1					122	49.3	167	51.7		
		131	96.8	176	99.2					123	49.9	168	52.4		
		132	97.2	177	100.1					124	49.9	169	52.3		
		133	96.7	178	99.9					125	49.8	170	51.9		
		134	95.8	179	99.3					126	49.5	171	51.7		
		135	94.5	180	97.9					127	48.9	172	50.7		
		136	92.8	181	96.4					128	47.9	173	49.3		
		137	89.8	182	93.9					129	46.1	174	47.8		
		138	87.2	183	91.5					130	44.7	175	46.2		
		139	84.1	184	88.4					131	43.1	176	43.7		
		140	80.7	185	85.3					132	41.1	177	41.4		
		141	76.9	186	82.0					133	39.1	178	39.3		
		142	72.8	187	77.8					134	37.1	179	37.2		
		143	68.5	188	73.6					135	35.4	180	34.9		
		144	64.5	189	69.3					136	33.6	181	32.7		
		145	60.6	190	64.3					137	31.7	182	30.6		
		146	56.2	191	59.4					138	29.7	183	28.7		
		147	51.7	192	54.3					139	27.9	184	26.2		
		148	46.1	193	49.3					140	25.6	185	23.7		
		149	40.8	194	43.2					141	23.5	186	21.6		
100	— 61.9	150	34.9	195	37.7					142	21.2	187	18.5		
101	56.9	151	29.3	196	32.3					143	18.3	188	16.2		
102	51.7	152	23.7	197	26.6					144	15.1	189	13.9		
103	46.7	153	18.2	198	20.2					145	11.7	190	11.7		
104	41.5	154	12.7	199	14.9					146	7.4	191	9.3		
105	36.2	155	7.6	200	9.6					147	3.3	192	6.8		
106	30.7	156	2.2	201	3.3					148	—0.8	193	3.7		
107	25.2														
108	19.2							100	—12.1						
109	13.7							101	9.4						
110	8.1							102	6.5						
111	2.7							103	3.3						

29. a. b.
Curve: **B. 13.**
Datum:
14. V. 04.
3^{30}—4^{50} N.

Temperatur: 21,5 Grad.
Plattenabstand:
0,75 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1795
Stromdichte (gem.)
0,0239
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 21,5 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_3	R_4	R_5	R_g (21,5)	$R_g + R_5$	R_6	R_4	C
300	100	374	226,2	600	60	0,1304	0,1

E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	i	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e	E. d. C.	e
		112	+ 2.9	157	— 3.4	202	+ 0.8			104	+ 1.9	148	— 1.8	194	+1.9
		113	8.8	158	9.1	203	6.3			105	5.9	149	5.3	195	5.7
		114	14.0	159	14.3	204	12.6			106	9.3	150	8.3	196	9.2
		115	19.5	160	20.1	205	17.9			107	12.9	151	11.6	197	12.6
		116	25.7	161	25.5	206	24.0			108	16.3	152	14.5	198	16.1
		117	31.6	162	31.7	207	30.2			109	19.6	153	17.9	199	19.3
		118	37.6	163	37.4	208	35.8			110	22.5	154	21.5	200	22.4
		119	44.2	164	43.5	209	41.7			111	25.9	155	25.2	201	25.6
		120	49.8	165	49.7	210	47.9			112	29.1	156	28.8	202	28.9
		121	55.9	166	56.1					113	32.1	157	32.3	203	32.2
		122	62.2	167	62.5					114	35.1	158	35.7	204	35.7
		123	68.7	168	68.7					115	37.5	159	38.7	205	38.6
		124	74.3	169	74.3					116	40.1	160	41.7	206	41.0
		125	79.0	170	79.4					117	42.2	161	44.3	207	43.7
		126	84.7	171	84.5					118	44.1	162	46.5	208	45.7
		127	89.0	172	89.8					119	45.9	163	48.7	209	47.3
		128	92.8	173	93.7					120	47.3	164	50.3	210	49.3
		129	95.6	174	96.9					121	48.4	165	51.7		
		130	97.8	175	99.7					122	49.3	166	52.5		
		131	99.1	176	101.2					123	49.9	167	53.3		
		132	99.7	177	102.1					124	50.1	168	53.7		
		133	99.4	178	102.4					125	49.8	169	53.6		
		134	98.4	179	101.7					126	49.3	170	53.3		
		135	96.7	180	100.3					127	48.5	171	52.8		
		136	94.6	181	98.7					128	47.2	172	51.7		
		137	92.3	182	96.5					129	45.9	173	50.3		
		138	89.4	183	93.9					130	44.3	174	48.5		
		139	86.1	184	90.7					131	42.5	175	46.5		
		140	82.8	185	87.4					132	40.7	176	44.3		
		141	79.1	186	84.1					133	38.8	177	42.3		
		142	75.1	187	79.8					134	37.1	178	39.8		
		143	70.7	188	75.6					135	34.9	179	37.7		
		144	66.4	189	70.7					136	33.1	180	35.7		
		145	61.8	190	66.0					137	30.7	181	33.1		
		146	57.5	191	61.3					138	28.5	182	30.8		
		147	52.5	192	56.0					139	26.4	183	28.3		
		148	47.7	193	50.3					140	24.1	184	25.7		
	L	149	41.9	194	45.0					141	21.9	185	23.3		
100	—63.2	150	36.1	195	39.7					142	19.7	186	20.8		
101	58.7	151	30.4	196	34.0					143	17.4	187	18.2		
102	52.9	152	24.6	197	28.1					144	14.3	188	15.7		
103	47.6	153	18.9	198	22.0					145	10.3	189	13.4		
104	42.4	154	13.1	199	16.2					146	6.8	190	11.0		
105	37.3	155	8.1	200	10.6					147	1.9	191	8.4		
106	31.3	156	2.2	201	5.2					148	— 1.8	192	5.7		
107	25.3										(0.0)	193	1.8		
108	19.4								L						
109	14.4							100	—11.2						
110	8.7							101	8.1						
111	2.8							102	5.2						
								103	1.8						

30. a. b.
Curve: **B. 14.**
Datum:
18. V. 04.
10^{20}—11^{35} V.

Temperatur: 21,3 Grad.
Plattenabstand:
0,75 mm.
Spec. Gew. d. Säure:
1,1803
Stromdichte (gem.)
0,0238
Amp. / cm².
Periodenzahl: 50 p. S.

Tourenzahl des Kontaktmachers:
750 pr. Min.
Raumtemperatur: 21 Grad.
Spannungskonstante: 0,02541 Volt. = C_e
Stromkonstante: 0,06492 Amp. = C_i

R_8	R_4	R_5	R_g (21)	$R_g + R_5$	R_6	R_1	C
300	100	374	226,0	600	60	0,1304	0,1

E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	i	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e	E.d.C.	e
		112	+4.9	157	−3.4	202	+3.2			104	+0.8	149	−0.2	194	0.4
		113	10.3	158	8.9	203	8.4			105	3.3	150	3.3	195	+2.3
		114	16.2	159	14.9	204	14.3			106	6.2	151	6.5	196	5.2
		115	21.7	160	20.2	205	19.7			107	8.8	152	9.9	197	7.8
		116	27.4	161	26.2	206	25.6			108	11.7	153	13.1	198	10.7
		117	33.1	162	31.7	207	31.4			109	14.4	154	15.9	199	13.7
		118	39.6	163	37.7	208	37.1			110	17.4	155	18.6	200	16.4
		119	45.6	164	43.7	209	43.2			111	20.3	156	22.1	201	19.7
		120	51.6	165	49.8	210	49.4			112	23.6	157	25.7	202	22.6
		121	57.7	166	55.7	211	55.7			113	26.2	158	28.3	203	25.4
		122	63.7	167	61.9	212	62.4			114	28.7	159	30.9	204	28.5
		123	69.4	168	68.0	213	68.3			115	31.0	160	33.7	205	31.2
		124	75.4	169	74.0	214	74.4			116	33.3	161	35.7	206	33.4
		125	80.7	170	80.2	215	80.1			117	35.3	162	37.9	207	35.4
		126	85.4	171	85.3	216	85.3			118	37.1	163	40.2	208	37.3
		127	89.9	172	89.9	217	89.7			119	38.7	164	41.8	209	39.1
		128	93.7	173	94.4					120	40.0	165	43.2	210	40.4
		129	96.7	174	97.0					121	41.2	166	44.4	211	41.7
		130	99.0	175	99.4					122	42.3	167	45.3	212	43.3
		131	99.9	176	101.1					123	42.7	168	46.2	213	44.2
		132	100.4	177	102.0					124	43.3	169	46.5	214	45.2
		133	100.5	178	102.2					125	43.5	170	45.8	215	45.3
		134	99.7	179	101.4					126	43.1	171	44.9	216	45.0
		135	98.2	180	100.3					127	42.6	172	44.3	217	44.7
		136	96.1	181	98.3					128	42.1	173	43.3		
		137	93.4	182	96.2					129	41.1	174	40.7		
		138	90.6	183	93.4					130	39.7	175	39.3		
		139	87.1	184	90.4					131	38.6	176	37.2		
		140	83.6	185	87.3					132	36.8	177	35.4		
		141	79.8	186	83.6					133	35.2	178	33.4		
		142	75.6	187	79.8					134	33.3	179	31.7		
		143	71.3	188	75.4					135	31.7	180	29.4		
		144	67.0	189	70.7					136	29.7	181	27.3		
		145	62.3	190	65.7					137	28.1	182	25.6		
		146	57.2	191	61.2					138	26.2	183	23.3		
		147	51.9	192	54.7					139	24.5	184	21.2		
		148	46.7	193	49.1					140	22.4	185	18.9		
		149	41.5	194	43.3					141	21.1	186	16.7		
100	−62.9	150	36.1	195	37.9					142	18.9	187	14.3		
101	56.8	151	29.7	196	31.9					143	16.8	188	12.4		
102	51.5	152	24.8	197	26.2					144	14.9	189	10.3		
103	45.7	153	18.7	198	20.3					145	12.3	190	8.6		
104	41.0	154	13.3	199	13.9					146	9.6	191	6.7		
105	34.6	155	7.9	200	8.2					147	5.3	192	4.6		
106	29.6	156	2.4	201	2.3					148	2.8	193	2.4		
107	23.3														
108	17.1							100	−8.1						
109	11.5							101	6.2						
110	6.7							102	3.9						
111	0.9							103	1.7						